

ΠΡΟΤΑΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ

Η κλιματική κρίση είναι μία από τις μεγαλύτερες απειλές που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας. Τα τελευταία χρόνια γινόμαστε όλο και συχνότερα μάρτυρες ακραίων καιρικών φαινομένων. Φονικές πλημμύρες και δασικές πυρκαγιές καταστρέφουν ανεπανόρθωτα τον φυσικό πλούτο της χώρας μας και επιβαρύνουν τον κρατικό προϋπολογισμό με κονδύλια για αποζημιώσεις και αποκατάσταση των ζημιών. Ακόμα και η Αθήνα απειλείται κάθε καλοκαίρι· το 2024 πυρκαγιές έφτασαν στις γειτονιές της και γενικότερα κάηκαν 85 χιλιάδες στρέμματα. Οι αέριοι ρύποι μειώνουν την αγροτική παραγωγικότητα, καταστρέφουν περιουσίες και αυξάνουν τη θνησιμότητα. Το κόστος διοξειδίου του άνθρακα, λαμβάνοντας υπόψη πληθώρα μελετών, έχει μέση τιμή 165 ευρώ ανά τόνο¹.

Κατεύθυνση των πολιτικών του Volt

Η Συμφωνία του Παρισιού του 2015 έθεσε τον στόχο εκμηδένισης των ρύπων του φαινομένου του θερμοκηπίου μέχρι το 2050, ώστε η υπερθέρμανση του πλανήτη να παραμείνει αρκετά κάτω από την κρίσιμη τιμή του 1,5°C. Σε αυτό το πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2019 έθεσε ως μία από τις έξι προτεραιότητες της την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal). Στόχος της συμφωνίας είναι να μετατρέψει την Ευρώπη στην πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το 2050, περιλαμβάνοντας όλους τους τομείς της οικονομίας, με δίκαιο, ανταγωνιστικό και οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Η Ελλάδα, ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχει επικυρώσει τη Συμφωνία του Παρισιού κι επομένως οι πολιτικές της χώρας σε θέματα που άπτονται του περιβάλλοντος θα πρέπει να εναρμονίζονται με αυτόν τον στόχο, όπως και με τους στόχους που θέτει η ΕΕ.

Παρ' όλα αυτά, τέτοιοι στόχοι είναι μη ρεαλιστικοί με τις τωρινές πολιτικές των περισσότερων ευρωπαϊκών κρατών, συμπεριλαμβανομένη της Ελλάδας. Αν και μεγάλα βήματα έχουν γίνει στον τομέα της ενέργειας, με την Ελλάδα να είναι μία από τις χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό στον κόσμο ² σε αιολική και ηλιακή ενέργεια στην ηλεκτρική κατανάλωση, άλλοι τομείς, όπως η απανθρακοποίηση των μεταφορών και η εγκατάλειψη του φυσικού αερίου, είναι πολύ πίσω.

Η πολιτική απραξία κατατάσσει τη χώρα μας ως μία από τις πιο ευάλωτες σε φυσικές καταστροφές και ερημοποίηση. Το 34%³ της γης στη χώρα μας απειλείται

¹ Rennert, K., Errickson, F., Prest, B.C. *et al.* Comprehensive evidence implies a higher social cost of CO₂. *Nature* 610, 687–692 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05224-9>

² OurWorldInData, Share of electricity generated by solar and wind power <https://ourworldindata.org/grapher/share-of-electricity-production-from-solar-and-wind?tab=table>

³ Právělie R. ^a, Patriche C. ^b, Bandoc G. Quantification of land degradation sensitivity areas in Southern and Central Southeastern Europe. New results based on improving DISMED methodology with new climate data. *CATENA* 158, 309-320 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.07.006>

από ξηρασία. Παρά τον κίνδυνο, η Ελλάδα συνεχίζει να παράγει το 31% (2023) της ενέργειάς της από φυσικό αέριο· επίσης, μόλις το 18,5% (2023) της ενέργειας που χρησιμοποιούμε είναι ηλεκτρική. Κατ' επέκταση, παρότι η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται κατά 50% από ανανεώσιμες πηγές, μόλις το 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας έρχεται από ανανεώσιμες πηγές⁴.

Το 2022⁵, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την Ελλάδα ήταν 77 μεγατόνοι. Αυτές αντιπροσωπεύουν κόστος 11,55 δισεκατομμυρίων ευρώ. Μαζί με το περιβαλλοντικό κόστος υπάρχει και το κόστος για τους καταναλωτές: λόγω της εξάρτησής μας από το φυσικό αέριο για σταθερότητα στο δίκτυο, η τιμή λιανικής της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα από 71 ευρώ/MWh τον Μάιο του 2021 ανέβηκε στα 456 ευρώ/MWh τον Αύγουστο του 2022⁶. Τα ελληνικά νοικοκυριά πλήρωσαν εκατομμύρια ευρώ παραπάνω στους λογαριασμούς ρεύματος, ενώ η ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων χτυπήθηκε.

Αν και πλέον βρισκόμαστε σε περίοδο μείωσης της τιμής του φυσικού αερίου, οι τιμές παραμένουν υψηλότερες από τον ιστορικό μέσο όρο και η αστάθεια καθιστά τις μακροχρόνιες επενδύσεις λιγότερο ελκυστικές – ειδικά σε αναπτυσσόμενους τομείς υψηλής αξίας, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και άλλοι πληροφοριακοί τομείς που απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας. Τέτοιες κρίσεις στην τιμή του φυσικού αερίου και του πετρελαίου είναι αμφίβολο ότι θα εκλείψουν στο μέλλον, δεδομένης της ανταγωνιστικής εμπορικής πολιτικής των ΗΠΑ (του τρίτου μεγαλύτερου παρόχου LNG της ΕΕ⁷), της επιθετικότητας της Ρωσίας (δεύτερος μεγαλύτερος πάροχος φυσικού αερίου το 2024⁶) και της αστάθειας στη Μέση Ανατολή.

Οι στόχοι κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το 2040 δεν είναι ρεαλιστικοί με τις τωρινές ενεργειακές πολιτικές της Ελλάδας. Η ρητορική ότι το φυσικό αέριο είναι μια μεταβατική πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες και ακόμα δεν έχει δοθεί εναλλακτική ενεργειακή λύση που να παρέχει ανταγωνιστική και σταθερή παροχή ενέργειας σε αυτό το χρονικό διάστημα – ούτε στην Ελλάδα, ούτε στην ευρύτερη ΕΕ.

Για να γίνει η Ελλάδα ουδέτερη χώρα και να εγκαταλείψει το φυσικό αέριο (κάτι απαραίτητο και μη διαπραγματεύσιμο λόγω του κλιματικού, ανθρώπινου και οικονομικού κόστους καθώς και των νομικών δεσμεύσεων μας), θα πρέπει να

⁴ <https://www.iea.org/countries/greece/energy-mix>

⁵ Climate Action Progress Report 2023 Country profile Greece. Directorate-General for Climate Action https://climate.ec.europa.eu/document/download/da405281-1ba1-44d8-addf-954d14705e38_en?file_name=el_2023_factsheet_en.pdf

⁶ Dashboard for energy prices in the EU and main trading partners 2024 https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-prices-and-costs-europe/dashboard-energy-price-s-eu-and-main-trading-partners-2024_en

⁷ European Commission based on ENTSO-G and LSEG, data up to 2024, sourced 2025 <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/where-does-the-eu-s-gas-come-from/>

εξασφαλίσουμε ενεργειακή κάλυψη μόνο από ηλιακή, αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια. Ωστόσο, το κόστος των μπαταριών θα έπρεπε να πέσει στο 10% ⁸ του κόστους του 2022, κάτι που δε φαίνεται δυνατό ούτε και με τα καλύτερα μοντέλα προσομοίωσης τιμών ⁹ ¹⁰. Συνεπώς, χωρίς εναλλακτικές σταθερές πηγές ενέργειας, δεν μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος. Πρέπει να βρούμε έναν συνδυασμό λύσεων ώστε να πετύχουμε την απανθρακοποίηση της ενεργειακής μας βιομηχανίας μέχρι το 2040.

Αυτές οι λύσεις θα πρέπει να αποσκοπούν σε τρεις κύριους στόχους:

- Μείωση ρύπων διοξειδίου του άνθρακα για το περιβάλλον
- Μείωση ή σταθεροποίηση τιμής για τα νοικοκυριά
- Μείωση της αστάθειας τιμής για τη βιομηχανία

Οι απαιτούμενες μεταρρυθμίσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει του χρονικού ορίζοντα στον οποίο αναμένεται να έχουν αποτέλεσμα.

Βραχυπρόθεσμα:

1. Πολιτικές που αποσκοπούν σε αλλαγές στην πλευρά της κατανάλωσης: έξυπνοι μετρητές, κοστολόγηση ρεύματος ανά ώρα
2. Μεταρρυθμίσεις αδειοδοτήσεων

Μεσοπρόθεσμα:

3. Περαιτέρω διασύνδεση του δικτύου με το ευρωπαϊκό
4. Βίο-αέριο
5. Κομβική τιμολόγηση ενέργειας

Μακροπρόθεσμα:

6. Έρευνα σε υδρογόνο

⁸ Levelized Full System Costs of Electricity. Robert Idel. Energy. 259, 2022, 124905 <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124905>

⁹ Mauler, Lukas & Duffner, Fabian & Zeier, Wolfgang & Leker, Jens. (2021). Battery cost forecasting: A review of methods and results with an outlook to 2050. Energy & Environmental Science. 14. <https://doi.org/10.1039/D1EE01530C>

¹⁰ NREL, Cost Projections for Utility-Scale Battery Storage: 2023 Update, W.Cole, A.Karmakar Grid Planning and Analysis Center <https://doi.org/10.2172/1984976>

7. Πυρηνική ενέργεια

Θεσμικά:

8. Δημιουργία Συμβουλίου Ενέργειας

Αναλυτικότερα, οι απαιτούμενες μεταρρυθμίσεις περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Έξυπνοι Μετρητές και Τιμολόγηση Πραγματικού Χρόνου

Οι έξυπνοι μετρητές είναι ψηφιακά ρολόγια ηλεκτρικού ρεύματος με προηγμένες δυνατότητες επικοινωνίας. Οι σύγχρονοι μετρητές παρέχουν δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας (πλήρης εποπτεία ΑΠΕ/ΑΠΖ/δικτύου), καταγράφουν την κατανάλωση των πελατών και ενημερώνουν τον πάροχο σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, ενημερώνουν αυτόματα για τυχόν βλάβες.

Σε πολλά κράτη τίθεται το ερώτημα του αν πρέπει να γίνει μαζική αλλαγή σε έξυπνους μετρητές. Φυσικά, στο παρελθόν οι έξυπνοι μετρητές είχαν πολύ περισσότερο μειωμένη λειτουργικότητα και μεγαλύτερο κόστος, πράγμα που σημαίνει ότι περίπου το 40% του κόστους τους δε θα καλυπτόταν από μείωση κόστους στη διαχείριση δικτύου και πελατών. Αυτό το 40% ¹¹ έπρεπε να καλυφθεί από διαφορές στην παραγωγή ενέργειας που θα επέφερε η αλλαγή στο σύστημα κοστολόγησης (συνήθως τιμολόγια με δύο «κορυφές» τιμής της ημέρας).

Αυτό δεν αντιπροσωπεύει την τωρινή πραγματικότητα. Ενδεικτικά, η μαζική αλλαγή σε έξυπνους μετρητές στη Σουηδία από το 2003–2009 είχε κόστος ανά μετρητή 200 ευρώ ¹², ενώ το 2020 το κόστος είχε κατέβει στα 70 ευρώ ανά ρολόι ¹³—μια σημαντική μείωση τιμών. Επιπλέον, οι ικανότητες των δύο τύπων μετρητών άλλαξαν ραγδαία, με αυτούς του 2020 να έχουν πολύ περισσότερες από αυτούς του 2003.

Αυτές οι εξελίξεις κάνουν τη μαζική αλλαγή σε έξυπνους μετρητές ελκυστική, ακόμα και αν δεν λάβουμε υπόψη μας τα μειωμένα κόστη παραγωγής και λογαριασμών που μπορεί να πετύχει η κοστολόγηση πραγματικού χρόνου ή οποιοδήποτε άλλο «διασπαστικό») σύστημα τιμολόγησης. Αυτό επιβεβαιώνεται και από μια αυστραλιανή μελέτη κόστους-οφέλους¹⁴ στην Νέα Ουαλία: όταν

¹¹ Faruqui, A., Sergici, S. Household response to dynamic pricing of electricity: a survey of 15 experiments. *J Regul Econ* 38, 193–225 (2010). <https://doi.org/10.1007/s11149-010-9127-y>

¹² Evaluation of residential smart meter policies WEC-ADEME Case studies on Energy Efficiency Measures and Policies, J. Stromback and C. Dromacque VaasaETT global energy think tank july 2010

¹³ Translated from Swedish: Press release

ELTEL: Eltel to install additional 664,000 smart meters in Sweden...

https://www.inderes.se/releases/eltel-eltel-to-install-additional-664000-smart-meters-in-sweden-for-sek-585-million-about-eur-51-million?utm_source=chatgpt.com

¹⁴ Costs and Benefits of Accelerating

the Rollout of Smart Meters, AEMC Review of the Regulatory Framework for Metering Services, 2022

https://www.aemc.gov.au/sites/default/files/2023-08/oakley_greenwood_cba_report_-_september_2022.pdf

ερευνήθηκε η μαζική εγκατάσταση έξυπνων μετρητών το κόστος ήταν περίπου 70 δολάρια Αυστραλίας, με τα άμεσα οφέλη να είναι 212 δολάρια.

Τα οφέλη των έξυπνων μετρητών δε σταματούν εκεί. Μας επιτρέπουν να αλλάξουμε το σύστημα κοστολόγησης ρεύματος του καταναλωτή σε ένα μοντέλο τιμής πραγματικού χρόνου. Παραδοσιακά είχαμε ένα τρόπο κοστολόγησης ο οποίος χώριζε τη μέρα στα δυο, με το νυχτερινό ρεύμα να είναι φθηνότερο. Όμως η μορφή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει αλλάξει. Λόγω της αλλαγής του δικτύου με περισσότερες μεταβλητές ΑΠΕ, η διαφοροποίηση τιμής ενέργειας μέσα στη μέρα έχει αυξηθεί σημαντικά. Τα τελευταία 10 χρόνια στην Ελλάδα, η διαφορά τιμής ώρας (διαφορά υψηλότερης και χαμηλότερης τιμής) έχει αυξηθεί από 150 ευρώ/MWh (19 Μαΐου 2014–2015) σε 992 ευρώ/MWh (19 Μαΐου 2024–2025)¹⁵.

Με τόσο μεγάλες αλλαγές στην τιμολόγηση μέσα στην ημέρα, δεν έχει νόημα να έχουμε μεσημεριανή ή νυχτερινή κοστολόγηση. Ένα σύστημα κοστολόγησης ρεύματος σε πραγματικό χρόνο (κάθε μία ώρα ή 15 λεπτά) θα έδινε κίνητρο και ευκαιρία σε καταναλωτές να χρησιμοποιούν περισσότερο ρεύμα τις στιγμές της ημέρας που η τιμή του είναι χαμηλότερη και λιγότερο όταν είναι υψηλότερη. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα:

- Τη μείωση τιμής του ρεύματος για καταναλωτές.
- Τη μειωμένη ανάγκη για κατασκευή περισσότερων σταθμών παραγωγής ενέργειας και αποθήκευσης ενέργειας για να ικανοποιήσουν στιγμές κρίσιμης ζήτησης.

Μελέτη του 2018 (με δεδομένα 2016)¹⁶ έδειξε μείωση κόστους λογαριασμών ενέργειας 13,2%. Φυσικά, λόγω της μεγεθυσμένης αλλαγής μεταβλητότητας τιμής μέσα στη μέρα από τότε, η μείωση τιμής ενδεχομένως να είναι πολύ μεγαλύτερη.

Με την αύξηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και έξυπνων συσκευών (έξυπνοι θερμοσίφωνες) η κοστολόγηση σε πραγματικό χρόνο θα αξιοποιούνταν παραπάνω, μειώνοντας τα κόστη για τον καταναλωτή. Ήδη υπάρχουν συσκευές με έξυπνες δυνατότητες που μπορούν να προγραμματίζονται να λειτουργούν σε συγκεκριμένες ώρες.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα σύστημα κοστολόγησης σε πραγματικό χρόνο είναι η διαφάνεια και επικοινωνία τιμών στους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας από τους παρόχους¹⁷. Οι πάροχοι ενέργειας μπορούν να υποχρεούνται να ενημερώνουν τους πελάτες για τις τιμές ηλεκτρισμού κάθε ώρα ή 15 λεπτά μέσω π.χ. εφαρμογής στο κινητό.

¹⁵ IEA: Real-Time Electricity Tracker

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/real-time-electricity-tracker?from=2024-5-19&to=2025-5-19&category=price&country=GRC>

¹⁶ J.Zethmayr, D.Kolata, The costs and benefits of real-time pricing: An empirical investigation into consumer bills using hourly energy data and prices, The Electricity Journal, Vol 31,2, 2018, 50-57, <https://doi.org/10.1016/j.tej.2018.02.006>

¹⁷ Dutta, G., & Mitra, K. (2017). A literature review on dynamic pricing of electricity. *Journal of the Operational Research Society*, 68(10), 1131–1145. <https://doi.org/10.1057/s41274-016-0149-4>

2. Μεταρρύθμιση συστήματος αδειοδότησης, διευκόλυνση εγκατάστασης ΑΠΕ

Στην Ελλάδα η αδειοδότηση για κατασκευή αιολικής ενέργειας χρειάζονται μέσο όρο 110 μήνες ενώ για ηλιακή ενέργεια η αδειοδότηση χρειάζεται 30 μήνες¹⁸. Τέτοιες μακροχρόνιες γραφειοκρατικές διαδικασίες καθυστερούν την εγκατάσταση φθηνότερων πηγών ενέργειας, με την ηλιακή και αιολική να είναι οι δύο πιο φθηνές μορφές ηλεκτρικής ενέργειας που έχουμε στη διάθεσή μας (πέρα της υδροηλεκτρικής)¹⁹, καθώς και καθυστερούν αχρείαστα την πράσινη μετάβαση. Επιπλέον, λόγω της φύσης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας (η ηλιακή ενέργεια παράγει περισσότερο ηλεκτρισμό το μεσημέρι και η αιολική τα πρωινά και απογεύματα), υπάρχει ανάγκη οι δύο μορφές να είναι ποσοτικά παρόμοιες στην παραγωγή τους στο δίκτυο. Σε ένα θεωρητικό δίκτυο με 100% ηλιακή και αιολική ενέργεια για την Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υπολογιστεί ότι τα καλύτερα ποσοστά αιολικής και ηλιακής ενέργειας είναι 55% και 45% αντίστοιχα²⁰, με δίκτυα που έχουν λιγότερο από 100%, να είναι πιο αποδοτικά με μεγαλύτερα ποσοστά αιολικής ενέργειας στο μίξ. Αυτό είναι προβληματικό στο τωρινό κλίμα στο οποίο τα τελευταία χρόνια η ηλιακή ενέργεια αυξήθηκε με ρυθμό διπλάσιο της αιολικής, και πλέον παράγει το ίδιο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας με αυτήν²¹. Εάν δεν επισπεύσουμε τη δημιουργία αιολικών πάρκων τα ποσοστά παραγωγής ηλιακής και αιολικής ενέργειας δε θα είναι βελτιστοποιημένα και η παραγωγή ενέργειας σε επίπεδο δικτύου θα αυξηθεί.

Προτεινόμενες λύσεις:

- Καλύτερη επικοινωνία μεταξύ παραγωγών και διαχειριστών δικτύου
- Προνόμια για διαχειριστές, π.χ. μπόνους ανά MW ισχύος που διασύνδεσαν
- Ξεκάθαροι κανόνες για το πώς γίνεται η διασύνδεση στο δίκτυο
- Αυστηρά πρωτόκολλα συνεργασίας παραγωγών και διαχειριστών
- Δημιουργία "πράσινων" ζωνών που έχουν ήδη γίνει μελέτες για κατασκευή ενεργειακών πάρκων, λιγοστεύοντας την ανάγκη για περίπλοκες αιτήσεις π.χ. αν έχει ήδη μελετηθεί το περιβαλλοντικό σκέλος σε μια ευρεία ζώνη, τότε δε θα χρειάζεται το κάθε αιολικό/ηλιακό πάρκο να έχει δική του μελέτη

¹⁸ Harriet Fox et al. (2022). Ready, Set, Go: Europe's Race for Wind and Solar. Ember.

https://ember-energy.org/app/uploads/2024/10/Report_-_Ready-Set-Go_-_Europes-Race-for-Wind-and-Solar-2.pdf

¹⁹ Comparative Analysis of Electricity Generation Costs by Source, Figure 4-1, WaterPower Canada. 2023. https://waterpowercanada.ca/wp-content/uploads/2023/12/Comparative-Analysis-of-Electricity-Generation-Costs-by-Source_EN.pdf

²⁰ Dominik Heide et al (2010), Seasonal optimal mix of wind and solar power in a future, highly renewable Europe, Renewable Energy, Vol 32,11. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.03.012>

²¹ Our World in Data, share of electricity production by source, Greece <https://ourworldindata.org/grapher/share-elec-by-source?country=~GRC>

ή να πάρει ξεχωριστή άδεια.

- Δημιουργία γκρίζων ζωνών, στις οποίες υπάρχει έλεγχος εκ των υστέρων. Σημαντική προϋπόθεση για αυτό είναι οι κανόνες να είναι ξεκάθαροι και να υπάρχει συνεπής επιβολή αυτών σε περίπτωση παραβίασης, έτσι δε θα χρειάζονταν τόσες άδειες και οι νόμοι θα τηρούνται το ίδιο αλλά χωρίς καθυστερήσεις.
- Μείωση της ανάγκης να καταλήξουν τέτοια έργα στα δικαστήρια, εξαιρέσεις και επιτάχυνση μέσα από νόμους έργων δημόσιας σημασίας, μείωση αβάσιμων αγωγών.

Επιπλέον, παρόμοιες μεταρρυθμίσεις πρέπει να εφαρμοστούν για την πλήρη αξιοποίηση περιοχών στις οποίες μπορούν να κατασκευαστεί αντλησιοταμίευση. Η αντλησιοταμίευση είναι ένα σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλές περισσότερες ώρες από ηλεκτροχημικές μπαταρίες, (8–20, ενώ συγκριτικά οι μπαταρίες λιθίου συνήθως χρησιμοποιούνται για να καλύψουν κενά στο δίκτυο από 2 με 4 ώρες). Η αντλησιοταμίευση είναι σχετικά φθηνός τρόπος αποθήκευσης. Η Ελλάδα έχει τη δυνατότητα εκμετάλλευσης τοποθεσιών που θα δώσουν τιμές υποδιπλάσιες των ηλεκτροχημικών μπαταριών ^{22 23}. Σύμφωνα με την EASE η Ελλάδα, αν και έχει κάνει βήματα για την προώθηση τέτοιων συστημάτων, δεν διαθέτει χρονοδιάγραμμα για την εφαρμογή τους ούτε και έχει δώσει λεπτομέρειες για το πώς θα γίνει αυτή η εφαρμογή ²⁴. Απαιτείται εξονυχιστική εξερεύνηση ώστε να βρεθούν όλες οι τοποθεσίες οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν συστήματα αντλησιοταμίευσης, τα οποία μπορούν να αποφέρουν εύκολα επιτεύξιμα κέρδη στην ενεργειακή μας ανάπτυξη.

3. Διασύνδεση της Ελλάδας με το Ευρωπαϊκό Δίκτυο

Παρότι η Ελλάδα έχει ξεπεράσει τον στόχο της ΕΕ για διασύνδεση ηλεκτρικού δικτύου, αυτό δεν επαρκεί. Οι στόχοι τέθηκαν σε μια περίοδο που μόλις 2% της συνολικής ενέργειας προερχόταν από μεταβλητές πηγές ενέργειας. Σήμερα, στην διασύνδεση μεταξύ χωρών το κριτήριο υπολογίζεται βάση (ισχύς διασύνδεσης/εγκατεστημένης ισχύς), η χρήση εγκατεστημένης ισχύς ως παρονομαστή όμως, είναι παρωχημένη, καθώς αντισταθμίζει κυρίως την ικανότητα εξαγωγών και όχι την κάλυψη εγχώριας ζήτησης. Το γεγονός ότι οι μεταβλητές πηγές ενέργειας έχουν χαμηλότερους βαθμούς ισχύος σημαίνει ότι η εγκατεστημένη ισχύς δεν αντιπροσωπεύει παραγωγή στα ίδια ποσοστά με

²² Lazard, LCOE+, june 2025 <https://www.lazard.com/media/uoynhon4/lazards-lcoeplus-june-2025.pdf>

²³ Christopher Otto et al, Economic feasibility of Pumped Hydropower Storage in a European open-pit lignite mine, Energy Conversion and Management, Vol 347, 2026, 120491, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.120491>

²⁴ EASE, National Energy & Climate Plans, Overview of Energy Storage And Flexibility Targets <https://energystorageeurope.eu/wp-content/uploads/2025/06/NECP-2025.06.26.pdf>

παλιότερα.

Προτεινόμενοι δείκτες θα ήταν η τάση διασύνδεσης ως ποσοστό της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ (για τις εξαγωγές) και της τάση διασύνδεσης ως ποσοστό ζήτησης αιχμής (για την ασφάλεια εφοδιασμού). Η Επιτροπή Ειδικών της Ευρωπαϊκής κομισιόν προτείνει ότι έργα νέων διασυνδέσεων πρέπει να εξετάζονται σοβαρά κάθε φορά που οι διαφορές τιμών μεταξύ ζωνών/χωρών ξεπερνούν τα €2/MWh, και με πλήρη ανάλυση κόστους-οφέλους ως κανόνα για κάθε καινούργια διασύνδεση ²⁵. Το 2020, η Ελλάδα κατέγραψε μόλις 16,3% στον πρώτο δείκτη και 21,8% στον δεύτερο. Η αναφορά διαπίστωνε ότι υπάρχει κρίσιμη ανάγκη διερεύνησης διασυνδέσεων για χώρες με δείκτες κάτω από 30% και το πρότεινε για όσες χώρες κατέγραφαν 30-60%.

4. Βιοαέριο

Το κόστος ανάκτησης αερίου από χωματερές είναι μόλις 2,4 \$/MBtu ²⁶, όταν το αντίστοιχο κόστος για φυσικό αέριο στην ΕΕ τον Αύγουστο 2025 ανερχόταν σε 10,85 \$/MBtu ²⁷. Επιπλέον, η ανάκτηση αυτή αποτρέπει την απελευθέρωση μεθανίου, ενός ισχυρού αερίου θερμοκηπίου. Αυτά καθιστούν την ανάκτηση φυσικού αερίου μία προφανή επιλογή. Ωστόσο, στην Ελλάδα υπάρχουν μόνο 13 μονάδες ΧΥΤΑ/ΑΠΕ με συνολική ισχύ 53,3 MW ²⁸, γεγονός που καταδεικνύει ένα σημαντικό ανεκμετάλλευτο δυναμικό για βιοαέριο. Παρόμοια υποσχόμενη είναι η παραγωγή φυσικού αερίου σε μεγάλη κλίμακα από αγροτικά απόβλητα.

5. Κομβικά Τιμολόγια (Nodal Pricing)

Η τιμολόγηση μέσω κομβικών τιμολογίων (nodal pricing), όπου το κόστος μεταφοράς ενσωματώνεται πλήρως στην τιμή ενέργειας, αυξάνει την αποδοτικότητα του δικτύου, βελτιώνει τις επενδυτικές αποφάσεις και μειώνει το κόστος για τους καταναλωτές.

Όταν ο διαχειριστής PJM interconnection στις ΗΠΑ εφάρμοσε κομβικά τιμολόγια, κατέγραψε ετήσια οφέλη ~2,25 δισ. \$, με κόστος εφαρμογής 200 εκατ. \$²⁹. Εκτός από ένα πιο οικονομικά αποδοτική αποστολή ηλεκτρικής ενέργειας, οι

²⁵ Catharina Sikow (2017), Towards a sustainable and integrated Europe - Report of the Commission Expert Group on electricity interconnection targets.

https://www.researchgate.net/publication/335796001_Towards_a_sustainable_and_integrated_Europe_-_Report_of_the_Commission_Expert_Group_on_electricity_interconnection_targets

²⁶ IEA (2020), Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth, IEA, Paris, Licence: CC BY 4.0

<https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth/sustainable-supply-potential-and-costs>

²⁷ Natural Gas EU Prices <https://www.focus-economics.com/commodities/energy/natural-gas-eu/>

²⁸ HABIO Biogas and Biomethane in Greece Dr. Ing Alexandros Yfantis

<https://www.raaey.gr/energeia/wp-content/uploads/2024/09/010-%CE%95%CE%A3%CE%A0%CE%91%CE%92-%CE%A5%CF%86%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%AE%CF%82-88%CE%B7-%CE%94%CE%95%CE%98-%CE%A1%CE%91%CE%91%CE%95%CE%A5.pdf>

²⁹ Neuhooff et al., Climate Policy Initiative Berlin, 23|September|2011, Technical Aspects of Nodal Pricing, CPI Workshop Report

πληροφορίες ειδικά για την τοποθεσία παραγωγής, το φορτίο και τις αναπροσαρμογές, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη περιφερειακή κάλυψη, βελτίωσαν την κατανόηση του PJM για τα μοτίβα ροής ρεύματος και τις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις. Με το πέρασμα του χρόνου, το PJM ήταν σε θέση να μειώσει τα λειτουργικά περιθώρια για να διαχειριστεί την αβεβαιότητα.

Η υιοθέτηση κομβικών τιμολογίων στην Ευρώπη θα μπορούσε να οδηγήσει σε εξοικονόμηση €0,8–2,0 δις. ετησίως και αύξηση της χρήσης διεθνών διασυνδέσεων έως 34%.³⁰

6. Υδρογόνο: δυνατότητες και περιορισμοί

Το πράσινο υδρογόνο δεν αναμένεται να γίνει ανταγωνιστικότερο του γκρίζου πριν το 2040 και αυτό θα γίνει μόνο σε Κίνα και Ινδία³¹. Για να ανταγωνιστεί τα ορυκτά καύσιμα, η τιμή του υδρογόνου πρέπει να πέσει κάτω από 2 \$/kg.

Οι πιο υποσχόμενες εφαρμογές του υδρογόνου σήμερα εντοπίζονται στην παραγωγή χάλυβα και στις βαριές μεταφορές (νταλίκες)³². Ελάχιστες χώρες έχουν εκπονήσει συνεκτικά σχέδια R&D για το υδρογόνο· η Ελλάδα θα πρέπει να αναπτύξει σχέδιο με έμφαση στους παραπάνω τομείς.

Παρά τους περιορισμούς του, το υδρογόνο διαθέτει χαρακτηριστικά υψηλής ενεργειακής πυκνότητας (σχεδόν τριπλάσια από το μεθάνιο) και προοπτικές σε βιομηχανικές χρήσεις, με το πράσινο υδρογόνο να είναι η μόνη βιώσιμη περιβαλλοντική λύση για μερικές από αυτές, π.χ. παραγωγή ατσαλιού. Η Ελλάδα, με υψηλούς συντελεστές απόδοσης σε ηλιακή ενέργεια, μπορεί να εξελιχθεί σε εξαγωγικό κόμβο πράσινου υδρογόνου προς εταίρους με βαριά βιομηχανία, όπως η Γερμανία.

7. Πυρηνική ενέργεια

Η πυρηνική ενέργεια έχει για χρόνια μείνει μη υλοποιημένη, παρόλα αυτά έχει χαρακτηριστικά που θα την έκαναν επιθυμητή για την Ελλάδα.

- Παρέχει συνεχόμενο ρεύμα όλο τον χρόνο και μπορεί αντικαταστήσει το φυσικό αέριο στη λειτουργία της ισορροπίας δικτύου.
- Είναι καθαρή, με μικρό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, με μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ακόμα και από την ηλιακή ενέργεια.

<https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2011/12/Technical-Aspects-of-Nodal-Pricing-Workshop-Report1.pdf>

³⁰ Nodal pricing in the European internal electricity market, Publications Office, 2020,

<https://data.europa.eu/doi/10.2760/41018>

³¹ Bloomberg, Green Hydrogen Prices Will Remain Stubbornly High for Decades, (2024)

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-12-23/green-hydrogen-prices-will-remain-stubbornly-high-for-decades>

³² European Hydrogen Observatory, The European hydrogen market landscape (2024) , p76

https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/sites/default/files/2024-11/The%20European%20hydrogen%20market%20landscape_November%202024.pdf

Μόλις 6 τόνοι CO₂ ισοδύναμου ανά GWh, σε σύγκριση με 53 τόνους για την ηλιακή και 440 τόνους για την παραγωγή με φυσικό αέριο.

³³

- Τα πυρηνικά απόβλητα είναι πολύ συγκεντρωμένα, αποθηκεύονται σε πολύ μικρό χώρο, με μόλις 0,0028 γραμμάρια ανά kWh ³⁴. Η τελική τους αποθήκευσή σε βαθιά γεωλογική διάθεση μπορεί να γίνει σε συνεργασία με ξένες χώρες που έχουν πιο σταθερή γεωλογία.³⁵
- Είναι ασφαλής, με τους θανάτους ανά βάση παραγόμενης TWh να είναι περίπου 93 φορές χαμηλότεροι από αυτούς του φυσικού αερίου στην ίδια βάση.³³

Εκτίμηση Κόστους

Το κόστος κατασκευής πυρηνικών μονάδων διαφέρει μεταξύ χωρών και έργων: Η Βουλγαρία σχεδιάζει την κατασκευή δύο αντιδραστήρων AP1000 ισχύος 1 GWe έκαστος, με κόστος 14 δις δολάρια, δηλαδή 6,500 \$/kW³⁶, ενώ ο παγκόσμιος μέσος όρος (2020) ανέρχεται στα 5,000 \$/kW.³⁷ (p146)

Με βάση τις παραπάνω τιμές, η LCOE για μια ελληνική εγκατάσταση μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 75.95€/MWh και 61.87€/MWh, σημαντικά χαμηλότερη από την αντίστοιχη των 95 €/MWh για φυσικό αέριο (2018). (κόστος προεξόφλησης 6%, κόστος καυσίμου 0.7\$/MMBtu ³⁸, O&M 47.25\$/kw-έτος).

Η Ελλάδα έχει πολλά ατμοηλεκτρικά εργοστάσια άνθρακα, οι υποδομές των οποίων θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για πυρηνικούς αντιδραστήρες, με αποτέλεσμα μεγάλες μειώσεις κόστους κατασκευής και διασύνδεσης στο δίκτυο, εφόσον οι γραμμές υπάρχουν ήδη. Επιπλέον, θα έφερναν νέα πνοή σε αυτές τις κοινότητες, με καινούργιες δουλειές και σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα

³³Hannah Ritchie (2020) - "What are the safest and cleanest sources of energy?" Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: <https://archive.ourworldindata.org/20251125-173858/safest-sources-of-energy.html> (archived on November 25, 2025).

³⁴ How much nuclear waste would you make if you got 100% of your electricity from nuclear power? By Nick Touran, Ph.D., P.E., 2008-09-08, Updated 2023-04-29 <https://whatisnuclear.com/calcs/how-much-nuclear-waste-per-capita.html>

³⁵ WorldNuclearOrganization, Storage and Disposal of Radioactive Waste, Updated Tuesday, 30 April 2024 <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-waste/storage-and-disposal-of-radioactive-waste>

³⁶ Euractiv, Bulgaria starts constructing an 'irreversible' nuclear project with US reactors, Krassen Nikolov Nov 5, 2024, Last updated: Nov 5, 2024 <https://www.euractiv.com/news/bulgaria-starts-constructing-an-irreversible-nuclear-project-with-us-reactors/>

³⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY NUCLEAR ENERGY AGENCY, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, Projected Costs of Generating Electricity 2020 Edition https://www.oecd-neo.org/upload/docs/application/pdf/2020-12/egc-2020_2020-12-09_18-26-46_781.pdf

³⁸ <https://us-regen-docs.epri.com/v2021a/assumptions/nuclear-fuel.html>

ζωής τους ³⁹. Ενδεικτικά, οι εκπομπές ακτινοβολίας από σταθμούς άνθρακα είναι 100 φορές μεγαλύτερες στη γύρω περιοχή από έναν πυρηνικό αντιδραστήρα. ⁴⁰

Το ουράνιο είναι πολύ ενεργειακά πυκνό, 3.456.000 MJ/kg, ενώ το φυσικό αέριο μόλις 42 με 55 MJ/kg. Η Ελλάδα θα μπορούσε να κρατά αποθέματα τα οποία θα κρατάνε για χρόνια σε περίπτωση γεωπολιτικών συγκυριών, άρα αποκτούμε ένα είδος ενεργειακής ασφάλειας. Επιπλέον, το ουράνιο αντιπροσωπεύει ένα μικρό κομμάτι του κόστους πυρηνικής ενέργειας, κάτι που σημαίνει ότι και με αύξηση της τιμής καυσίμου, η τιμή του ρεύματος παραμένει αρκετά σταθερή, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διατήρηση και ανάπτυξη της βιομηχανίας. ⁴¹

Συστάσεις Πολιτικής για Βελτίωση Κόστους και Απόδοσης ⁴²

- Υψηλό ποσοστό ολοκλήρωσης μελέτης πριν την έναρξη κατασκευής
- Υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών σύναψης συμβάσεων
- Κατασκευή πολλών αντιδραστήρων στον ίδιο χώρο
- Δημιουργία ελληνικού προγράμματος που επιβραβεύει την καμπύλη μάθησης

8. Δημιουργία Ανεξάρτητης Αρχής Ενέργειας

Μακροπρόθεσμα συνίσταται η δημιουργία ανεξάρτητης αρχής ενέργειας με συμβουλευτικό χαρακτήρα στους διαχειριστές δικτύου, τους αναδόχους έργων καθώς και κάθε κρίσιμη συνιστώσα της εφοδιαστικής αλυσίδας ενέργειας. Η αρχή αυτή θα έχει ως στόχο τη μείωση των τιμών ενέργειας τουλάχιστον κατά μέσο όρο 2% ετησίως, ενώ τα μέλη της θα λαμβάνουν κίνητρα όταν πετυχαίνουν μειώσεις άνω του 1%. Η αρχή θα έχει επίσης αρμοδιότητα διαχείρισης κεφαλαίων για έρευνα και ανάπτυξη ενεργειακών τεχνολογιών και θα αποτελεί το κεντρικό όργανο για τη διαχείριση όλων των ενεργειακών επιδοτήσεων, με αρμοδιότητα να τις κατευθύνει σε έργα ή πηγές ενέργειας που θεωρεί αναγκαίες. Έτσι, δε θα

³⁹ Nuclear Fuel Cycle and Supply Chain Nuclear Fuel Cycle and Supply Chain Revision 2, Investigating Benefits and Challenges of Converting Retiring Coal Plants into Nuclear Plants Prepared for U.S. Department of Energy Systems Analysis and Integration J. Hansen, W. Jenson, A. Wrobel (INL) N. Stauff, K. Biegel, T. Kim (ANL) R. Belles, F. Omitaomu (ORNL) September 13, 2022 INL/RPT-22-67964
<https://sai.inl.gov/content/uploads/29/2024/11/c2n2022report.pdf>

⁴⁰ December 13, 2007, Coal Ash Is More Radioactive Than Nuclear Waste, By Mara Hvistendahl
<https://www.scientificamerican.com/article/coal-ash-is-more-radioactive-than-nuclear-waste/>

⁴¹ Economics of Nuclear Power, Updated Friday, 29 September 2023, (Figure 3)
<https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power>

⁴² Energy technologies institute, The ETI Nuclear Cost Drivers Project: Summary Report 20 April 2018 CleanTech Catalyst Ltd Lucid Strategy, Inc
https://d2umxnkyjne36n.cloudfront.net/documents/D7.3-ETI-Nuclear-Cost-Drivers-Summary-Report_April-20.pdf?mtime=20180426151016

υπάρχουν πλέον ξεχωριστές επιδοτήσεις για βενζίνη, φυσικό αέριο ή «πράσινα» έργα· αντιθέτως, κάθε δέσμη χρηματοδότησης που ψηφίζεται από τη Βουλή θα κατευθύνεται στην Ανεξάρτητη Αρχή Ενέργειας, η οποία θα τη διαχειρίζεται βάσει δικών της κριτηρίων και ερευνών, με στόχο τη μείωση του κόστους ενέργειας για τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά.

Η λειτουργία της αρχής θα διέπεται από πλήρη διαφάνεια, με δημοσιοποίηση των μεθόδων και κριτηρίων που χρησιμοποιεί για τις αποφάσεις της. Ένα τέτοιο όργανο θα δίνει μακροχρόνια συνοχή στην ενεργειακή πολιτική της χώρας και θα μειώνει το επενδυτικό ρίσκο και άρα το κόστος, επιτρέποντας μεγαλύτερα project και εκμετάλλευση οικονομιών κλίμακας.

Τα παραπάνω σε μεσοπρόθεσμο διάστημα μπορούν να αποτελέσουν κατευθύνσεις ενίσχυσης της ΠΑΑΕΥ.