

# Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη



Του  
**ΓΙΩΡΓΟΥ ΣΑΡΡΗ**

Η μετάβαση σε ένα ενεργειακό σύστημα με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δεν μπορεί να γίνει εφικτή χωρίς σταθερές, ευέλικτες λύσεις και τεχνικές που θα μπορούν να διαχειρίζονται το συγχρονισμό μεταξύ των μεταβαλλόμενων ανανεώσιμων πηγών ηλεκτρικής ενέργειας και των επίσης μεταβαλλόμενων απαιτήσεων κατανάλωσης.

Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας αποκτά ιδιαίτερη σημασία για την παροχή ευέ-

λικτων υπηρεσιών σε όλα τα επίπεδα: Βοηθά την ηλεκτροπαραγωγή, όπως επίσης τα ηλεκτρικά δίκτυα μεταφοράς και διανομής έτσι ώστε να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά. Επιπλέον, η αποκεντρωμένη αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να παρέχει στήριξη κατά τη διάρκεια απροβλεπτων γεγονότων, περιορίζοντας τις περιπτώσεις και την έκταση διακοπών παροχής ηλεκτρικής ενέργειας προς τους καταναλωτές.

Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας δίνει τις δυνατότητες αλλά και την ευελιξία στην παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, έτσι ώστε να μην έχει άμεση σύνδεση με την κατανάλωσή της, τόσο γεωγραφικά όσο και χρονικά.

Επομένως, η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να προσφέρει πολύτιμη ευελιξία στα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής και ηλεκτροδανομής σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες, από δευτερόλεπτα και ώρες έως εβδομάδες και μήνες.

Με την παροχή μιας σειράς συστημάτων και επικουρικών υπηρεσιών, η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας δίνει τη δυνατότητα της διασύνδεσης και ενεργειακής συμμετοχής περισσότερων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η ευελιξία θα είναι ζωτικής σημασίας όταν τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας θα τροφοδοτούνται κυρίως από μεταβλητές ΑΠΕ, πράγμα που σημαίνει ότι η παραγωγή δεν θα πρέπει να καταναλώνεται άμεσα ή και να προσαρμόζεται γρήγορα με την (προβλεπόμενη) ζήτηση. Αλλά ακόμα και στη μεταβατική περίοδο, καθώς θα διασυνδέονται όλα και περισσότερες ΑΠΕ στο σύστημα, η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας θα βοηθάει το σύστημα να λειτουργεί με μεγαλύτερη ασφάλεια και αποτελεσματικότητα, ενώ παράλληλα να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των υφιστάμενων υλικών (π.χ. υποδομή δικτύου).

Γενικά, η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να γίνει επίσης σημαντική για τον περιορισμό της χρήσης του άνθρακα στους τομείς της θέρμανσης, της ψύξης και των μεταφορών όπως επίσης μέσω θερμικής αποθήκευσης και μέσω μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε καύσιμο αέριο. Ακόμα, βασικό επίσης ρόλο μπορεί να έχει η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στην υποστήριξη της ανάπτυξης υποδομών για τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων. Τέλος, η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να συμμετέχουν ενεργά στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, παρέχοντας, αποθηκεύοντας και πουλώντας την ηλεκτρική ενέργεια από τις δικές τους ανανεώσιμες πηγές.

Σήμερα, οι τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολλές και ποικίλες, εξελίσσονται διαρκώς και είναι πλέον τεχνικά ικανές στο να προσφέρουν πολλές χρήσιμες εφαρμογές. Αυτό τις καθιστά απαραίτητο στοιχείο για τη στήριξη της μετάβασης σε ένα ενεργειακό σύστημα χωρίς άνθρακα. Ο όρος «**αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας**» αναφέρεται σε μια ποικιλία τεχνολογιών που

## ■ Ένας ουσιαστικός υποστηρικτικός παράγοντας για τη μετάβαση σε ένα ενεργειακό σύστημα χωρίς άνθρακα



λειτουργούν με διαφορετικές αρχές όπως: **Μηχανική** (π.χ. άντληση - ταμίευση, σφόνδυλοι - στρεφόμενες μάζες, σύστημα συμπιεσμένου αέρα), **χημική** (π.χ. P2G), **ηλεκτροχημικά** (π.χ. μπαταρίες), **θερμικά μέσα** (π.χ. αποθήκευση ενέργειας με άντληση θερμότητας) και **ηλεκτρικά** (π.χ. υπερπυκνωτές).

Ορισμένες από τις τεχνολογίες αυτές παρέχουν πολύ γρήγορη ανταπόκριση, βραχυχρόνια εξισορρόπηση ισχύος (όπως σφόνδυλοι ή υπερπυκνωτές) ενώ άλλες τεχνολογίες παρέχουν μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης και εξισορρόπηση σε χρόνο, ημέρες ή ακόμα και σε εποχές (για παράδειγμα, άντληση - ταμίευση ή αποθήκευση υδρογόνου). Κάθε τεχνολογία αποθήκευσης μπορεί να είναι κατάλληλη για ένα συγκεκριμένο τομέα εφαρμογών. Διαφορετικές τεχνολογίες αποθήκευσης μπορούν να συνδυαστούν για να σχηματίσουν ένα υβριδικό σύστημα που μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των τμημάτων του.

### Ο ρόλος της αποθήκευσης ενέργειας στην αποσύνδεση από τον άνθρακα στους τομείς θέρμανσης, ψύξης και μεταφορών

Με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, είναι δυνατό να συνδεθεί ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας με τον τομέα θέρμανσης και ψύξης, καθώς και με τον τομέα των μεταφορών. Περίπου το 85% της ζήτησης θέρμανσης εξακολουθεί να καλύπτεται ακόμα από ορυκτά καύσιμα, οπότε η ηλεκτροδότηση της θέρμανσης είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση της χρήσης του άνθρακα στον τομέα αυτόν. Επιπλέον, η αποθήκευση θερμικής ενέργειας έχει τεράστιες δυνατότητες για την παροχή ευελιξίας του συστήματος ισχύος, ιδιαίτερα σε μεγαλύτερες χρονικές κλίμακες. Οσον αφορά στον τομέα των μεταφορών, το 94% της ζήτησης ενέργειας καλύπτεται από ορυκτά καύσιμα.

Η αποθήκευση θα μπορούσε ενδεχομένως να υποστηρίξει την ανάπτυξη στις υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην εξομάλυνση των αυξομειώσεων της ζήτησης. Μακροπρόθεσμα, η αποθήκευση μέσω της παροχής φυσικού αερίου είναι το κλειδί για την υποστήριξη καθαρών οχημάτων με υδρογόνο.

### Σημαντικές προκλήσεις για τη βιομηχανία αποθήκευσης στην Ευρώπη

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένας σχετικά νέος παίκτης στο ενεργειακό σύστημα, η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η νομική αβεβαιότητα σχετικά με το ρόλο της αποθήκευσης στο σύστημα, δεδομένου ότι θεωρείται σε ορισμένα κράτη μέλη της Ε.Ε. σαν στοιχείο παραγωγής ή σαν καταναλώσης ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένα κράτη μέλη να υπόκεινται σε διπλά τέλη και χρεώσεις. Και δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο αν η αποθήκευση μπορεί να ανήκει και να διαχειρίζεται μόνο από τους διαχειριστές δικτύων διανομής (για την Ελλάδα ο ΔΕΔΔΗΕ) για σκοπούς εκμετάλλευσης του δικτύου ή η διαχείριση των συσκευών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας να γίνεται και από τους ιδιοκτήτες των συστημάτων αυτών που είναι προφανές. Επιπρόσθετα, η έλλειψη αγοράς με βάση τις ανάγκες και η μη ύπαρξη μακροπρόθεσμων συμφωνιών για υπηρεσίες ενεργειακών συστημάτων παρεμποδίζουν την ασφάλεια των επενδύσεων στον τομέα της αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Από την άποψη της έρευνας και της καινοτομίας, είναι αναγκαία η ανάπτυξη διαφορετικών υπηρεσιών και εφαρμογών αποθήκευσης και η διερεύνηση τρόπων συνδυασμού και οικονομικής αξιοποίησης αυτών των υπηρεσιών.

### Αναγκαίο ένα ευρωπαϊκό ρυθμιστικό πλαίσιο για την εξέλιξη του σχεδιασμού της αγοράς ενέργειας

Το ρυθμιστικό πλαίσιο της Ε.Ε. πρέπει να καθορίσει καλύτερα την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και πρέπει να επιτρέψει τις διασυνδέσεις διαφορετικών ενεργειακών τομέων, όπως η ηλεκτρική ενέργεια «in» και η θερμότητα, το φυσικό αέριο ή καύσιμα «out», σαν αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ορισμός θα πρέπει να αντικατοπτρίζει όλους τους τύπους και τις εφαρμογές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και όχι μόνο τις παραδοσιακές τεχνολογίες και χρήσεις, όπως η άντληση ταμίευση ή οι μπαταρίες, ώστε να επιτρέπεται η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.

Απαιτείται σαφήνεια σχετικά με τους κανόνες με βάση τους οποίους η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στις αγορές, ιδίως δε η αδυναμία των διαχειριστών συστημάτων μεταφοράς (ΔΣΜ) και των διαχειριστών συστημάτων διανομής (ΔΣΔ) στο να αποκτούν, να διατηρούν και να εκμεταλλεύονται την αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια. Η κατάργηση της διπλής χρέωσης και των αδικαιολόγητων τελών και φόρων μπορεί να βοηθήσει στην αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να ανταγωνιστεί εξίσου με τις άλλες επιλογές ευελιξίας στα συστήματα εμπορίας και να προσφέρει επιλογές εξισορρόπησης στις αγορές.

Οι υπηρεσίες συστήματος δεν παρέχονται όλες με συνθήκες που να βασίζονται στην αγορά σε όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε. Αυτό έχει σαν συνέπεια τη δημιουργία υψηλότερου κόστους για τον καταναλωτή και τη δημιουργία διακρίσεων για τεχνολογίες που δεν τους επιτρέπεται προς το παρόν να παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες, ακόμη και αν οι υπηρεσίες αυτές θα παρέχονταν φθηνότερα και με καλύτερη αξιοπιστία. Έτσι προκύπτει ότι είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι η προμήθεια όλων των ενεργειακών πόρων και βοηθητικών υπηρεσιών θα βασίζεται στην αγορά και θα υπόκειται σε ανάλυση κόστους - οφέλους.

Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να αναγνωριστεί σαν το τέταρτο βασικό στοιχείο του ενεργειακού συστήματος (παράλληλα με την παραγωγή, τη μεταφορά / διανομή και την κατανάλωση). Αυτό θα εμπόδιζε την κατάταξη της αποθήκευσης ενέργειας μόνο στην

παραγωγή ή μόνο στην κατανάλωση ή και στα δύο. Θα μπορούσε να περιορίσει κάθε ασάφεια που προκύπτει από την ιστορική σχεδίαση της αγοράς που απορρέει από ένα κεντρικό ενεργειακό σύστημα όπου τα πάντα ταιριάζουν σε ένα από τα τρία βασικά στοιχεία που αναφέρθηκαν. Θα επιτρέψει επίσης ένα περιεκτικό και σαφές πλαίσιο για την αποθήκευση ενέργειας.

Η εφαρμογή του σωστού ρυθμιστικού πλαισίου και του σωστού σχεδιασμού της αγοράς είναι θέμα επείγουσας ανάγκης για την Ευρώπη, χωρίς τα οποία δεν θα επιτευχθεί η ανάπτυξη της αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας που είναι απαραίτητη για την υποστήριξη της οικονομικά αποδοτικής ενσωμάτωσης των ΑΠΕ στο ευρωπαϊκό ενεργειακό σύστημα.

### Νομοθεσία και έργα για αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Το θέμα της αποθήκευσης ενέργειας και βέβαια μέσα σε αυτό οι βασικές αναφορές για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν περιληφθεί στην Ελληνική Νομοθεσία, στο Νόμο 4513 (ΦΕΚ 9 Α της 23.01.2018) για τις ενεργειακές κοινότητες.

Τα έργα που περιλαμβάνουν αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αρχίζουν να κάνουν αισθητή την παρουσία τους. Οι εφαρμογές αυτές, αν και κάποιες θεωρούνται πιλοτικές, αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα και αξία για τα νησιά και μάλιστα για αυτά για τα οποία η διασύνδεση με το δίκτυο της ηπειρωτικής Ελλάδας απαιτεί μεγάλο κόστος. Μερικά από τα έργα αυτά αναφέρονται συνοπτικά στη συνέχεια.

**Ο Υβριδικός Σταθμός Αμαρίου**, ο οποίος βασίζεται στην ενεργειακή αξιοποίηση του Φράγματος Ποταμών στο Ρέθυμνο. Ο σταθμός αυτός θα αξιοποιεί την παραγωγή αιολικής ενέργειας που θα παράγεται στην περιοχή Λασιθίου, με την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω άντλησης νερού από το φράγμα των Ποταμών και ταμίευσής του σε δεξαμενή στο χωριό Χάρκια υψηλότερα. Η αποθήκευση αυτού του νερού θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια υδροηλεκτρικά όταν χρειάζεται. Το νερό θα επιστρέφει στο φράγμα των Ποταμών.

**Ο Υβριδικός Σταθμός Ικαρίας** στην θέση Στραβοκουντούρα θα αξιοποιεί επίσης αιολική ενέργεια και θα αποθηκεύει την ηλεκτρική μέσω άντλησης νερού σε δύο δεξαμενές νερού στις θέσεις Προεσπέρα και Κάτω Προεσπέρα.

**Ο Υβριδικός Σταθμός της Τήλου**, ο οποίος αποτελείται από ανεμογεννήτρια, φωτοβολταϊκό πάρκο και μπαταρία με αποθηκευτική ικανότητα που θα μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του νησιού για μιάμιση περίπου ημέρα, σε περίοδο χαμηλής ζήτησης, όπως ο χειμώνας.

### Ο ρόλος του χαλκού στην αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας

Όπου ηλεκτρισμός είναι και χαλκός, για αυτό ο χαλκός ονομάζεται και βασικό ηλεκτρολογικό μέταλλο. Για όλες αυτές τις ηλεκτρολογικές εφαρμογές που αναφέρθηκαν, οι χρήσεις του χαλκού είναι και θα είναι και πολλές και ποικίλες: Στα ηλεκτρολογικά υλικά, στα ηλεκτρικά δίκτυα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, στα φωτοβολταϊκά συστήματα, στις ανεμογεννήτριες, στα συστήματα συσσωρευτών, στις αντλίες και στην υδροηλεκτρική παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ο χαλκός είναι αναγκαίο και αναπτικατάστατο υλικό.

\* Ο κ. Γιώργος Σαρρής είναι Ηλεκτρολόγος μηχανικός Τ.Ε., Επιστημονικός σύμβουλος του Ε.Ι.Α.Χ. σε θέματα Ηλεκτρολογίας, Πιστοποιημένος εκπαιδευτής ΚΝΧ. Το συγκεκριμένο άρθρο του πρωτοδημοσιεύτηκε στο τεύχος 9 της έκδοσης "Χαλκός" του Ελληνικού Ινστιτούτου Ανάπτυξης Χαλκού / ΕΙΑΧ

Ένα πλήρως εμπορικό σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με συσσωρευτές Li-ion, λειτουργεί σε συνδυασμό με το αιολικό πάρκο στις Νήσους Φερό. Πηγή: SEV



Η μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με άντληση - αποθήκευση νερού Frades II, βορειοδυτικά της Πορτογαλίας. Πηγή: Technology Group Voith



Υβριδικός Σταθμός Αμαρίου



Υβριδικός Σταθμός της Τήλου

