

# WATTCROP

SOLAR PV | WIND | ENERGY STORAGE



## τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας

[www.wattcrop.com](http://www.wattcrop.com)

[info@wattcrop.com](mailto:info@wattcrop.com)

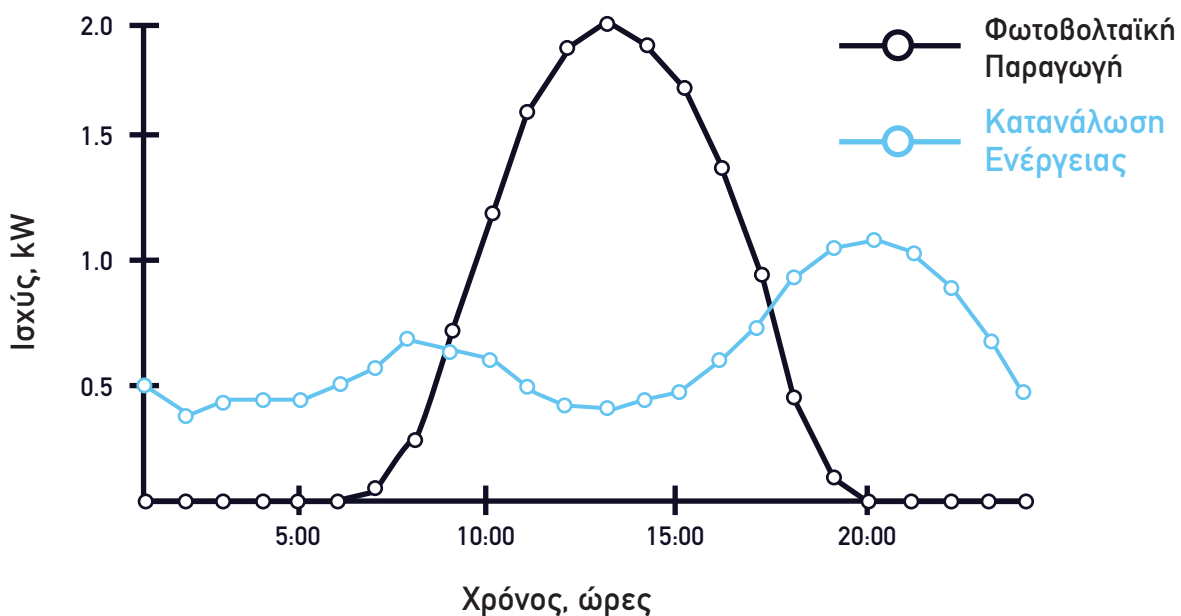
## Τι είναι τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας;

Η αποθήκευση ενέργειας είναι η διαδικασία δέσμευσης της ενέργειας που παράγεται για χρήση σε μεταγενέστερο χρόνο. Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί ποικίλες τεχνολογίες για τον σχεδιασμό συστημάτων αποθήκευσης διαφόρων μορφών ενέργειας, όπως ηλεκτρική, θερμική και χημική.

## Γιατί χρειάζεται η αποθήκευση ενέργειας;

Η ολοένα και μεγαλύτερη διείσδυση ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα καθιστά την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας πιο αναγκαία από ποτέ. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι όπως γνωρίζουμε μεταβαλλόμενη και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες. Για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά παράγουν ηλεκτρική ενέργεια τις ώρες με ηλιοφάνεια και ως εκ τούτου η παραγωγή τους είναι διακοπτόμενη. Η πλεονάζουσα ενέργεια που παράγεται κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων περιόδων συχνά πηγαίνει χαμένη καθώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αμέσως.

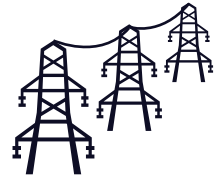
Η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζει αυτή την πρόκληση καθώς η πλεονάζουσα ενέργεια αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται αργότερα σε περιόδους υψηλής ζήτησης ή όταν η παραγωγή από τα φωτοβολταϊκά μειώνεται, για παράδειγμα κατά τις απογευματινές και νυχτερινές ώρες ή τις συννεφιασμένες ημέρες.



## Πλεονεκτήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας

### Σταθερότητα και αξιοπιστία του δικτύου

Τα συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας εξασφαλίζουν σταθερή και αξιόπιστη παροχή ενέργειας, ακόμη και όταν η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζει διακυμάνσεις.



### Ενεργειακή ανεξαρτησία

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μπορούν να παρέχουν εφεδρεία κατά τη διάρκεια διακοπών, ενισχύοντας την ενεργειακή ασφάλεια για σπίτια, επιχειρήσεις και κρίσιμες υποδομές.



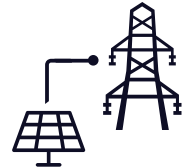
### Εξοικονόμηση κόστους

Με την αποθήκευση ενέργειας όταν η παραγωγή της είναι φθηνότερη, και τη χρήση της κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής της ζήτησης, όταν οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλότερες, τόσο οι επιχειρήσεις όσο και οι καταναλωτές μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα.



### Ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η αποθήκευση επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, οι οποίες είναι εκ φύσεως διαλείπουσες. Η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν οι πηγές αυτές δεν παράγουν ενέργεια, όπως τη νύχτα ή κατά τη διάρκεια ήρεμων καιρικών συνθηκών.



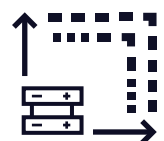
### Περιβαλλοντικά οφέλη

Επιτρέποντας τη μεγαλύτερη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μειώνοντας την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, η αποθήκευση ενέργειας συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της ρύπανσης, συμβάλλοντας σε ένα καθαρότερο περιβάλλον.



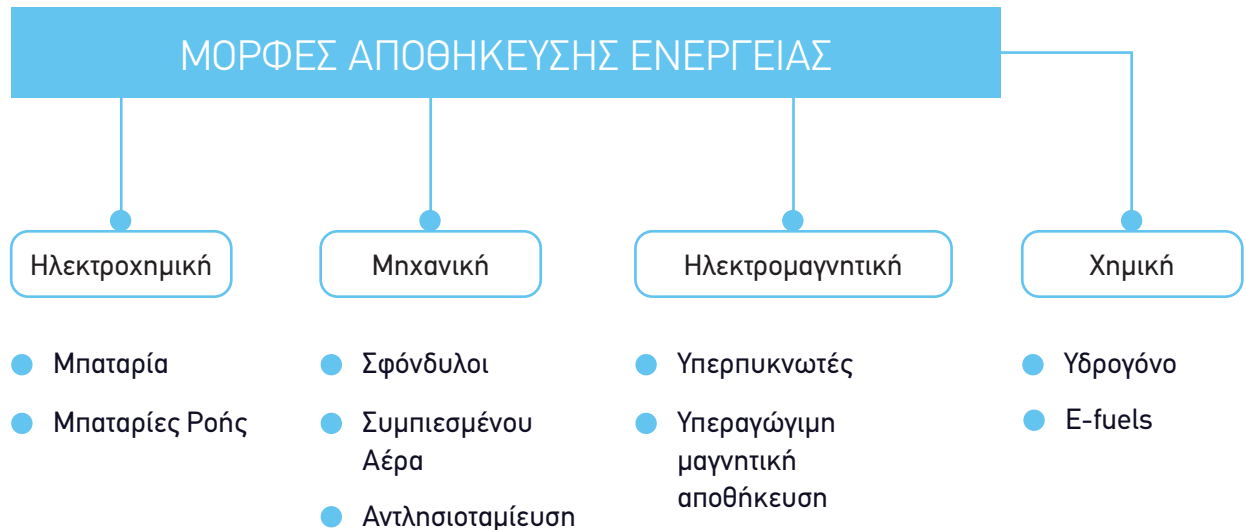
### Τεχνολογική Ευελιξία

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μπορούν να αναπτυχθούν σε διάφορα περιβάλλοντα, από εφαρμογές μεγάλης κλίμακας έως κατοικίες και εμπορικά κτίρια, καθώς και σε ηλεκτρικά οχήματα.



Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μορφές και τεχνολογίες αποθήκευσης, σε διάφορα στάδια ωρίμανσης.

Αρκετές από αυτές, παρουσιάζονται παρακάτω:



## Ηλεκτροχημική αποθήκευση ενέργειας

### *Μπαταρίες (Battery Energy Storage Systems)*

Υπάρχουν πολλοί τύποι μπαταριών, διαχωριζόμενοι βάσει των χημικών στοιχείων που χρησιμοποιούν και αν αυτά είναι υγρά ή στερεά. Παρόλο που διαφέρουν στα υλικά τους, οι περισσότερες λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο. Αποτελούνται από μία άνοδο, μία κάθοδο και έναν ηλεκτρολύτη που διευκολύνει τη μεταφορά των ιόντων μεταξύ των ηλεκτροδίων κατά τη διάρκεια της φόρτισης και εκφόρτισης. Διάφοροι τύποι μπαταριών βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης ή και ωριμότητας. Παρακάτω αναφέρονται μερικοί από αυτούς τους τύπους:

- Μπαταρίες ιόντων λιθίου
- Μπαταρίες μολύβδου-οξέος
- Μπαταρίες ιόντων νατρίου
- Μπαταρίες μετάλλου-αέρα

### *Μπαταρίες Ροής (Flow Batteries)*

Η λειτουργία τους βασίζεται στη ροή υγρών ηλεκτρολυτών μέσω δύο ξεχωριστών δεξαμενών. Οι ηλεκτρολύτες χωρίζονται με μεμβράνη και καθώς ο ένας την διαπερνά γίνεται η αντίδραση με την οποία παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.

## Μηχανική αποθήκευση ενέργειας

### *Σφόνδυλοι (Flywheels)*

Οι σφόνδυλοι αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια με την μορφή κινητικής ενέργειας. Η αποθήκευση της επιτυγχάνεται μέσω της περιστροφικής κίνησης ενός κυλίνδρου ή δίσκου. Η αποθηκευμένη ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

### *Συστήματα Πεπιεσμένου Αέρα (Compressed Air Energy Storage Systems)*

Χρησιμοποιώντας την περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας ο αέρας συμπιέζεται σε υψηλή πίεση και αποθηκεύεται κατά τη φόρτιση και όταν απαιτείται απελευθερώνεται σε έναν αεριοστρόβιλο συνδεδεμένο με μια γεννήτρια παράγοντας εκ νέου ηλεκτρική ενέργεια.

### *Αντλησιοταμίευση (Pumped Hydro Storage)*

Η αντλησιοταμίευση είναι μια τεχνολογία αποθήκευσης που συναντάται σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια με τη χρήση δύο ταμιευτήρων και τη μεταφορά νερού από τον κάτω στον άνω και ανάποδα αναλόγως τις ανάγκες φόρτισης ή εκφόρτισης.

## Ηλεκτρομαγνητική αποθήκευση ενέργειας

### *Υπερπυκνωτές (Supercapacitors)*

Οι υπερπυκνωτές αποτελούν την μοναδική τεχνολογία που αποθηκεύει με την μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας. Ο υπερπυκνωτής αποτελείται από ένα πορώδες υλικό το οποίο είναι ο διαχωριστής, δύο ηλεκτρόδια και έναν ηλεκτρολύτη. Η διαδικασία φόρτισης/εκφόρτισης γίνεται μέσω διαφοράς δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του.

### *Υπεραγώγιμη Αποθήκευση Ενέργειας (Superconducting Energy Storage)*

Η υπεραγώγιμη μαγνητική αποθήκευση ενέργειας αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται με τη διέλευση ρεύματος από ένα υπεραγώγιμο πηνίο. Το υπεραγώγιμο πηνίο έχει ψυχθεί σε κρυογονικές θερμοκρασίες για να εξασφαλιστεί η μικρότερη δυνατή αντίσταση στο ρεύμα.

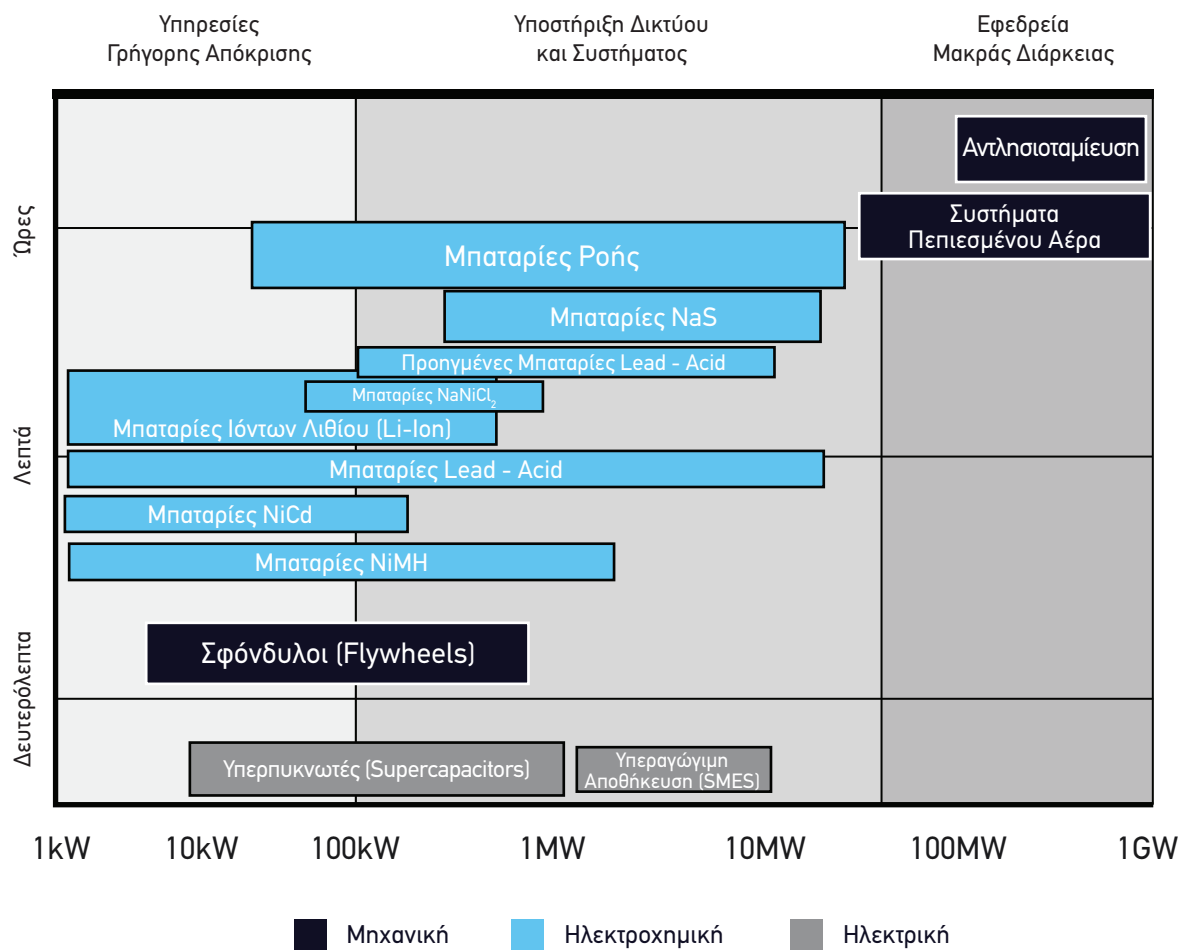
## Χημική αποθήκευση ενέργειας

### Υδρογόνο ( $H_2$ )

Η αποθήκευση ενέργειας με υδρογόνο είναι μια τεχνολογία που μετατρέπει την περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας σε υδρογόνο μέσω της ηλεκτρόλυσης νερού. Το υδρογόνο μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί αργότερα σε κυψέλες καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας ή και ως καύσιμο για διάφορες άλλες χρήσης.

### E-Fuels

Τα e-fuels είναι συνθετικά καύσιμα που μπορούν να αποτελέσουν υποκατάστατο των υπάρχοντων ορυκτών καυσίμων. Η παραγωγή τους προϋποθέτει τη δέσμευση διοξειδίου ή μονοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και την παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης του νερού με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές.



Κατηγοριοποίηση διαφόρων τεχνολογιών αποθήκευσης ανάλογα με την δυνατότητά τους να παρέχουν υπηρεσίες στο δίκτυο.

## Αντλησιοταμίευση

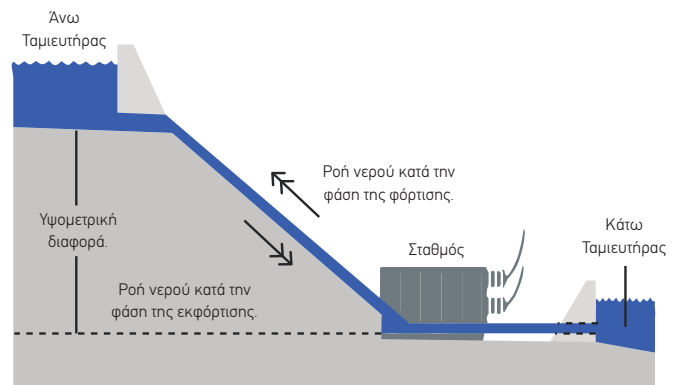
Η αντλησιοταμίευση είναι η ωριμότερη τεχνολογία αποθήκευσης ενέργειας παγκοσμίως. Τα κύρια μέρη του συστήματος είναι δύο ταμιευτήρες νερού σε διαφορετικά υψόμετρα και οι μονάδες στροβίλων. Η λειτουργία του συστήματος περιλαμβάνει δύο φάσεις: αυτή της φόρτισης και της εκφόρτισης.

### Φάση Φόρτισης:

Σε περιόδους χαμηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η πλεονάζουσα ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια με την άντληση νερού από τον κατώτερο προς τον ανώτερο ταμιευτήρα.

### Φάση Εκφόρτισης:

Σε περιόδους υψηλής ζήτησης η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται εκ νέου σε ηλεκτρική με την απελευθέρωση του νερού από τον άνω ταμιευτήρα σε μονάδες στροβίλου για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.



### Πλεονεκτήματα:

- ✓ Άμεση προσαρμογή στις μεταβολές του φορτίου λόγω της γρήγορης απόκρισης τους είτε είναι ομαλές ή απότομες καλύπτοντας την ανισοροπία.
- ✓ Δυνατότητα αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας συγκριτικά με άλλους τύπους αποθήκευσης.
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής και πάρα πολλούς κύκλους λειτουργίας.
- ✓ Δυνατότητα αποθήκευσης πολύ μεγάλου διαστήματος (πολλές ώρες ακόμα και μέρες).

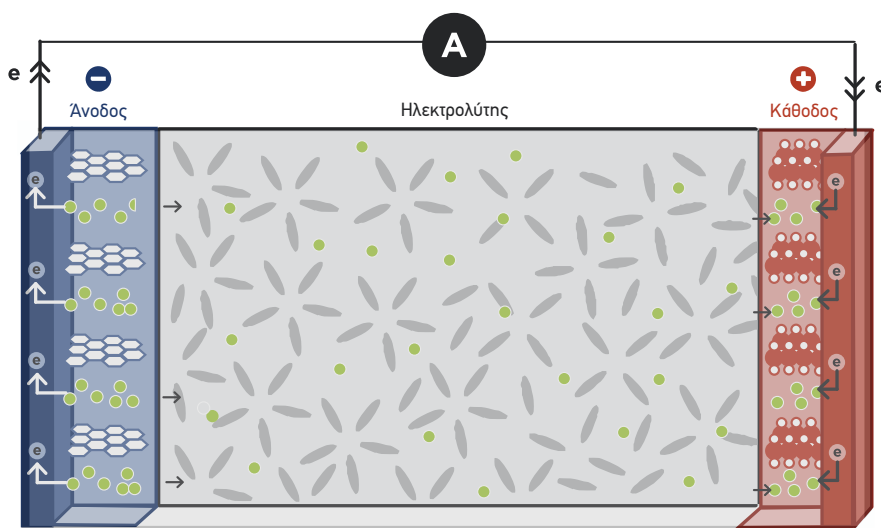
### Μειονεκτήματα:

- Δυσκολία εύρεσης περιοχής για την εγκατάσταση του συστήματος, καθώς θα πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη μορφολογία για την κατασκευή των δύο ταμιευτήρων που απαιτούνται.
- Η διαδικασία κατασκευής του είναι αρκετά χρονοβόρα καθώς μπορεί να διαρκεί έως και 10 χρόνια.
- Γεωμορφολογικές αλλαγές του περιβάλλοντος όπου εγκαθίσταται το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.

## Μπαταρίες Ιόντων Λιθίου

Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η πιο ώριμη από τις υπάρχουσες τεχνολογίες μπαταριών και αυτή με την μεγαλύτερη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Η μεγάλη πυκνότητα ενέργειας που τις χαρακτηρίζει, επιτρέπει την κατασκευή συστημάτων πολλών διαφορετικών μεγεθών και ως εκ τούτου την κάλυψη ενός ευρέος φάσματος αναγκών.

Παρουσιάζουν κλασική λειτουργία μπαταριών, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω. Ο ηλεκτρολύτης τους αποτελείται από ιόντα λιθίου.



### Πλεονεκτήματα:

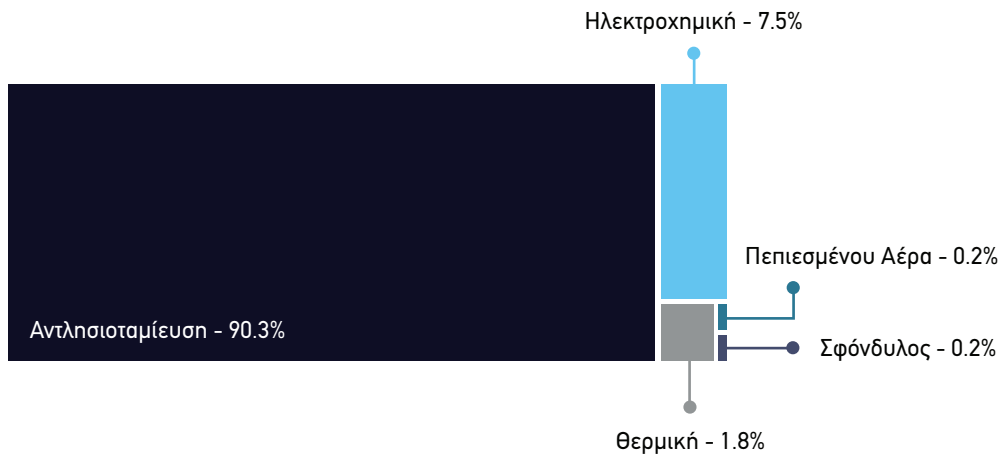
- ✓ Υψηλή πυκνότητα ενέργειας το οποίο συνεπάγεται ότι μπορεί να αποθηκευτεί ένα σημαντικό ποσό ενέργειας χρησιμοποιώντας μπαταρίες που έχουν μικρό όγκο και μάζα.
- ✓ Ευελιξία στον χρόνο φόρτισης/εκφόρτισης και γρήγορη απόκριση καθώς ανταποκρίνονται σε κλάσματα δευτερολέπτου, δίνοντας έτσι και τη δυνατότητα για παροχή ευστάθειας στο δίκτυο.
- ✓ Μικρός βαθμός αυτοεκφόρτισης.
- ✓ Πολύ υψηλός βαθμός απόδοσης που μπορεί να φτάσει ακόμα και το 98%.

### Μειονεκτήματα:

- Περιορισμός στη πρόσβαση σε πρώτες ύλες όπως το λίθιο καθώς τα κοιτάσματά του είναι περιορισμένα και σε συγκεκριμένες περιοχές, επιτρέποντας έτσι σε γεωπολιτικούς παράγοντες να επηρεάζουν τον εφοδιασμό και την τιμή του.
- Απαραίτητη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας και συντήρησης για την αποφυγή πιθανής πυρκαγιάς λόγω της υπερθέρμανσης των μπαταριών.

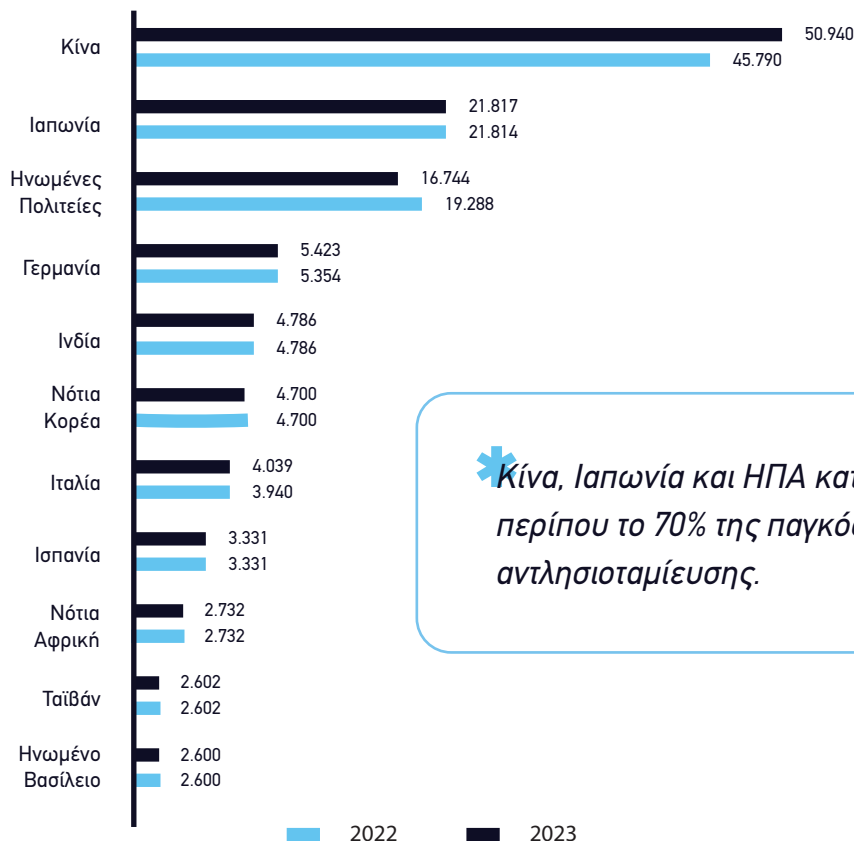


## Κατανομή παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία



Η αντλαιοταμίευση ακόμα και σήμερα κατέχει τη μερίδα του λέοντος όσον αφορά την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά η ηλεκτροχημική αποθήκευση, με προεξέχουσα τεχνολογία τις μπαταρίες λιθίου, γνωρίζει μια εντυπωσιακή αύξηση τον τελευταίο καιρό. Άλλες μορφές αποθήκευσης ενέργειας (είτε ηλεκτρικής είτε θερμικής) ακολουθούν σε πολύ μικρότερες ποσότητες.

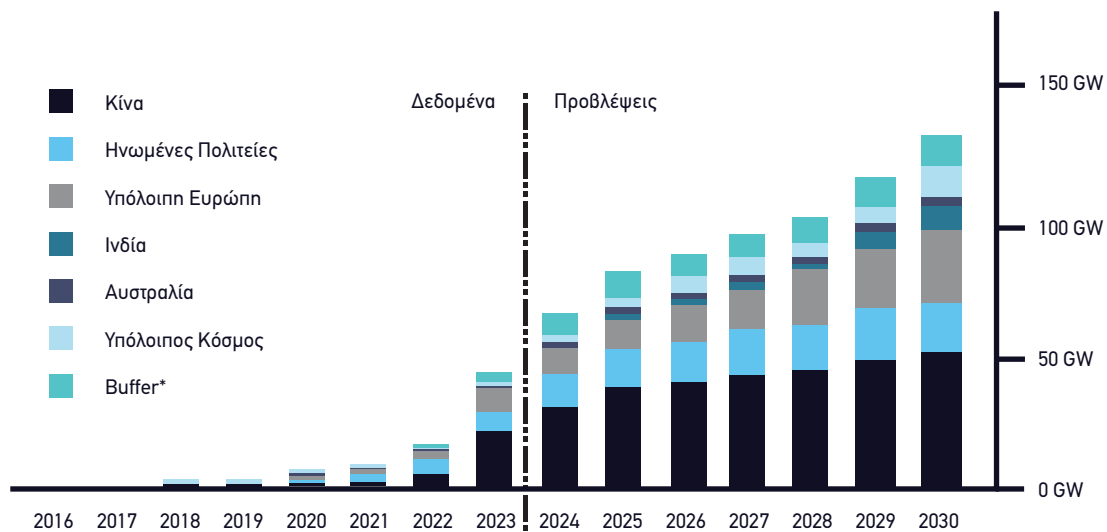
## Μεταβολή ισχύος αντλαιοταμίευσης 2022-2023



**\* Κίνα, Ιαπωνία και ΗΠΑ κατέχουν περίπου το 70% της παγκόσμιας αντλαιοταμίευσης.**

Το 2023 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των υδροηλεκτρικών μονάδων με αντλιοσταμείωση ανερχόταν στα περίπου 140 GW (Statista) με τα 50 περίπου εξ αυτών να βρίσκονται εγκατεστημένα στην Κίνα. Ακολουθούν η Ιαπωνία και οι ΗΠΑ με 22 και 16 GW αντίστοιχα, ενώ αξιοσημείωτες είναι και οι μικρές μεταβολές από έτος σε έτος, λόγω της μακροχρόνιας κατασκευής τους.

## Αύξηση παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύος μπαταριών



\*Buffer = τιμή που δεν μπορεί να καταχωρηθεί σε συγκεκριμένη χώρα.

Όσον αφορά την αποθήκευση με μπαταρίες οι σταθμοί αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΑΗΕ) σημείωσαν αύξηση ρεκόρ το 2023 με 45GW/97GWh (BloombergNEF) και το 2024 η αύξηση αναμένεται να ξεπεράσει τις 100GWh. Όπως είναι εμφανές και από το γράφημα προβλέπεται μια συνεχής αύξηση μέχρι και το 2030 όπου αναμένεται να έχουμε περίπου 140GW εγκατεστημένα παγκοσμίως (BloombergNEF).

Η Κίνα έχει και πάλι τα πρωτεία με τις ΗΠΑ να ακολουθούν. Μια αύξηση στην εγκατεστημένη ισχύ αναμένεται να συμβεί και στις ευρωπαϊκές χώρες τα επόμενα χρόνια, καθώς θα αυξάνεται η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στην προσπάθεια απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

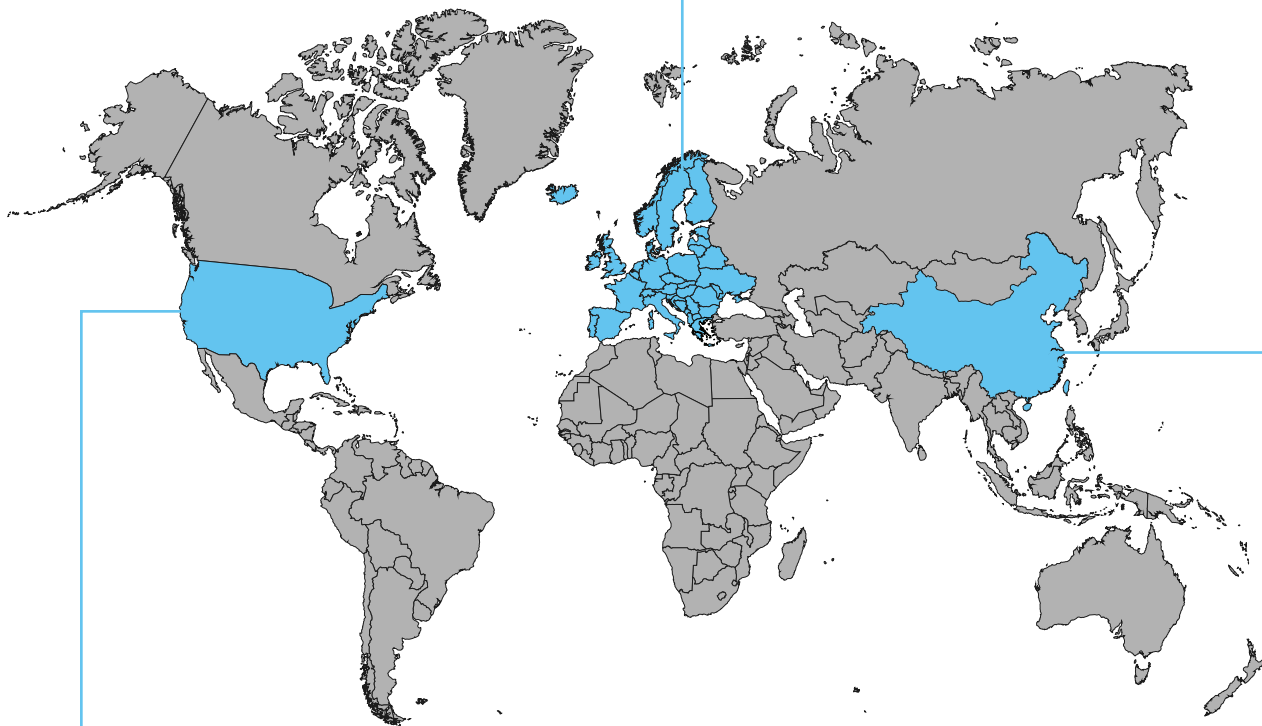
## Πού βρίσκεται η Ελλάδα στον τομέα της αποθήκευσης:

Στην Ελλάδα οι πρώτοι ΣΑΗΕ αναμένεται να έχουν εγκατασταθεί μέχρι το 2025. Στα τέλη του 2023 έγιναν οι πρώτοι διαγωνισμοί για λειτουργική ενίσχυση των σταθμών αυτών. Σε μικρότερο βαθμό αποθήκευση εγκαθίσταται και σε οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα ώστε να παρέχει μεγαλύτερο ταυτοχρονισμό παραγωγής και κατανάλωσης.

## Γνωρίζετε ότι;

32,2GWh οικιακών συστημάτων αποθήκευσης αναμένεται να εγκατασταθούν σε περίπου 3,9 εκατομμύρια νοικοκυριά στην Ευρώπη μέχρι το τέλος του 2026.

Στην Ελλάδα έχουμε δύο υδροηλεκτρικά εργοστάσια με αντλιοσταμείωση, στη Σφηκιά (315MW/1.32GWh) και στο Θησαυρό (384MW/3.82GWh). Αντλιοσταμείωση συναντάμε και στο υβριδικό σύστημα Naegas της Ικαρίας.



Ρεκόρ ανόδου σημειώθηκε στις ΗΠΑ το 2023 καθώς η εγκατεστημένη ισχύς μπαταριών έφτασε στα 17GW από 7.9GW το 2022, σημειώνοντας αύξηση της τάξης του 96% (American Clean Power Association).

Η Κίνα είναι σήμερα η μεγαλύτερη αγορά μπαταριών στον κόσμο και αντιπροσωπεύει πάνω από το ήμισυ του συνόλου των μπαταριών που χρησιμοποιούνται στον ενεργειακό τομέα.

Η Wattcrop υιοθετεί τις καλές πρακτικές του κλάδου και διαθέτει ήδη πλειάδα έργων αποθήκευσης στο χαρτοφυλάκιό της



# Λίγα λόγια για την **WattCrop**

Επικοινωνήστε μαζί μας:  
24630 25240

Στείλτε μας email:  
info@wattcrop.com

Επισκεφθείτε μας:  
www.wattcrop.com



Η Wattcrop είναι μία πολυμετοχική εταιρεία διεθνών συμφερόντων με δραστηριότητα στην Μ. Βρετανία και την Ελλάδα. Η εταιρεία αναπτύσσει, κατασκευάζει, διαχειρίζεται και συντηρεί έργα ανανεώσιμων πηγών και αποθήκευσης ενέργειας.

Με πολυετή εμπειρία και δραστηριοποίηση σε Ευρωπαϊκό και Διεθνές επίπεδο η ιδρυτική ομάδα έχει ηγηθεί την ανάπτυξη έργων συνολικής εγκαταστημένης ισχύος μεγαλύτερης των 2GW.

Από τον Ιούνιο του 2021 η εταιρείας μας έχει προχωρήσει στην δημιουργία κοινοπραξίας με την Cero Generation, η οποία ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του Green Investment Group της επενδυτικής τράπεζας Macquarie Bank. Η Cero Generation αποτελεί κορυφαία Ευρωπαϊκή εταιρεία ανάπτυξης έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με έργα άνω των 8GW.

Εφαρμόζουμε στην πράξη διεθνείς καλές πρακτικές ανάπτυξης έργων πράσινης ενέργειας με αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας και ελέγχου καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής των έργων αυτών.

Δεσμευόμαστε στο όραμα μας για την παραγωγή ενέργειας με μηδενικές εκπομπές ρύπων με απτά αντισταθμιστικά οφέλη για τις τοπικές κοινωνίες, προσφέροντας παράλληλα έμπρακτο κοινωνικό έργο.

## Η αποστολή μας

Να αναπτύξουμε και να κατασκευάσουμε έργα σεβόμενοι το περιβάλλον, προστατεύοντας και ενισχύοντας την βιοποικιλότητα, σε συμπόρευση με τους ανθρώπους των τοπικών κοινωνιών εξασφαλίζοντας ένα βιώσιμο μέλλον για όλους.

## Οι δεσμεύσεις μας

- ✓ Εγγυόμαστε και βάζουμε σε πρώτη προτεραιότητα την αμέριστη συνεργασία με τις τοπικές κοινωνίες και τους ανθρώπους.
- ✓ Αναπτύσσουμε και κατασκευάζουμε βιώσιμα με αυστηρές προδιαγραφές και ενδεδειγμένους ελέγχους σε κάθε στάδιο.
- ✓ Πιστεύουμε στην βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω του ηθικού επιχειρείν και της βιώσιμης ανάπτυξης.
- ✓ Δεσμευόμαστε στη προστασία, διατήρηση και ενίσχυση του περιβάλλοντος μπροστά από το κέρδος.

## WATTCROP

SOLAR PV | WIND | ENERGY STORAGE

## cero



Green  
Investment  
Group

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ | ΑΙΟΛΙΚΑ  
ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ  
ΕΡΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ  
Φ/Β ΚΑΙ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΧΟΝΔΡΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ  
Φ/Β ΠΑΡΚΩΝ

ΚΕΝΤΡΙΚΑ  
25ης Μαρτίου 29  
Πτολεμαΐδα 50200

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ  
Στέλιου Καζαντζίδη 47  
Θέρμη 57001

ΛΟΝΔΙΝΟ - ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ  
3 Waterhouse Square  
138-142 Holborn  
London EC1N 2SW