

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α1

## Βιώσιμη παραγωγή, αποθήκευση, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας

Α.Γ. Γιούτσος, PhD, Μέλος του ΤΕΣ/ΕΠΕΒΚ/ΓΓΕΚ/ΥΠΑΝ

### A1. Βιώσιμη παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας και ο ρόλος του αντλησιο-υδροδυναμικού

#### 1. Εισαγωγή

Η υλοποίηση της εθνικής πολιτικής για την απολιγνιτοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής είναι άμεση ανάγκη για την χώρα μας, αλλά για να αποτελέσει ένα στέρεο βήμα προς την σωστή κατεύθυνση, πρέπει άμεσα να συνδυαστεί με μια σειρά συντονισμένων αναπτυξιακών έργων που δεν αφορούν μόνον την αντικατάσταση του λιγνίτη από ΑΠΕ - κάτι που φαίνεται να εξελίσσεται ικανοποιητικά - αλλά συγχρόνως την εξασφάλιση του απαιτούμενου δυναμικού αποθήκευσης ενέργειας λόγω της απρόβλεπτης φύσης της λειτουργίας των αιολικών και φωτοβολταϊκών και την αξιόπιστη και ασφαλή λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου που χρειάζεται, εκτός από ενέργεια, σταθερή ισχύ και βοηθητικές υπηρεσίες.

Δυστυχώς φαίνεται να μην είναι ευρέως γνωστή ή/και να παραβλέπεται η δυνατότητα σημαντικής ενίσχυσης της εκμετάλλευσης του εγχώριου υδροδυναμικού αφενός με συμπληρωματικά έργα που απαιτούνται για την ολοκλήρωση ημιτελών υδροηλεκτρικών, καθώς και της ανάπτυξης συμπληρωματικών υποδομών αντλησιοταμίευσης σε ήδη λειτουργούντες μεγάλης ισχύος υδροηλεκτρικούς σταθμούς, είτε μελλοντικών μικρών υδροηλεκτρικών που μπορεί να αναπτυχθούν στην νησιωτική χώρα.

Οφείλουμε να συγχαρούμε τις αρχές για την προώθηση του έργου της Μεσοχώρας! Πρέπει όμως να τονιστεί ότι ενώ είναι βέβαιοι ότι οι υδροηλεκτρικοί πόροι στη χώρα είναι γνωστοί, χρειάζεται μια πιο συστηματική και ολοκληρωμένη αξιολόγηση στο νέο πλαίσιο της μείωσης της διαθέσιμης θερμικής ισχύος και των βοηθητικών υπηρεσιών στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

Με άλλα λόγια, απαιτείται συστηματική αξιολόγηση για τον εντοπισμό ευκαιριών για την αύξηση της διαθέσιμης ταχύτητας και των βοηθητικών υπηρεσιών από υφιστάμενους υδροηλεκτρικούς σταθμούς, καθώς και για την κατασκευή νέων. Η προσθήκη ακόμη και μικρών αποθηκευτικών εγκαταστάσεων (ακόμη και 1-2 ωρών αποθήκευσης) σε ποτάμια ή υδροφράγματα μπορεί να είναι πολύ επωφελής για το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας και θα αυξήσει την ικανότητά του να ενσωματώνει περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, η προσθήκη φωτοβολταϊκών σε υδροηλεκτρικά έργα (πλωτά φωτοβολταϊκά και φωτοβολταϊκά σε γειτονική γη) πρέπει να διερευνηθεί καθώς η συντονισμένη λειτουργία των φωτοβολταϊκών και η υδροηλεκτρική αποθήκευση είναι ένα αποτελεσματικό σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (όταν το ΦΒ παράγει ενέργεια, εξοικονομείται νερό για να χρησιμοποιηθεί όταν η ζήτηση είναι υψηλή και το Φ/Β δεν λειτουργεί).

Δεδομένης της ταχύτητας ανάπτυξης φωτοβολταϊκών και αιολικών πάρκων, του πολύ υψηλού κόστους εγκατάστασης μεγάλων συστημάτων ηλεκτροχημικής αποθήκευσης ισχύος και ενέργειας που σύντομα θα απαιτηθούν, και του αστάθμητου μελλοντικού κόστους και διαθεσιμότητας τέτοιων συστημάτων καθώς και του περιορισμένου προσδόκιμου ζωής τους, είναι **πολλαπλώς συμφέρουσα** η άμεση ενίσχυση αντλησιο-υδροδυναμικής αποθήκευσης βασισμένη κυρίως στους μεγάλους ταμιευτήρες λειτουργούντων υδροηλεκτρικών κατά μήκος των ποταμών Άραχθου, Αχελώου, Αλιάκμωνος και Νέστου που διατρέχουν τον κορμό της ενδοχώρας μας.

Σημειώνεται ότι είναι ζωτικής σημασίας για το σύστημα να προστεθούν και άλλα 1500 MW περίπου νέα αντλησιοταμιευτικά (στα ~700 MW ήδη σε λειτουργία αντλησιοταμιευτικά της ΔΕΗ), τα οποία αναμένεται να είναι και σχετικά χαμηλού κόστους κατασκευής, δεδομένου ότι θα αξιοποιούν ως κάτω ή και άνω ταμιευτήρα τους υπάρχοντες ταμιευτήρες, αλλά και λοιπά συνοδά έργα, των σε λειτουργία Υδροηλεκτρικών Έργων της ΔΕΗ.

## 2. Σύγκριση ηλεκτροχημικής και υδροδυναμικής αποθήκευσης

Η αντλησιοταμίευση (PHS) είναι η πιο οικονομικά αποδοτική επιλογή για την αποτελεσματική αποθήκευση της πλεονάζουσας ισχύος και ενέργειας που παράγεται από διαλείπουσες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Φ/Β και αιολικά). Αυτός είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο το εθνικό σύστημα πρέπει τώρα να εμπλουτιστεί με τέτοιες εγκαταστάσεις, γεγονός που θα διευκολύνει την αναμενόμενη ταχεία διείσδυση ασταθών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος της αντλησιοταμίευσης είναι ελάχιστος ιδιαίτερα όταν τέτοιες εγκαταστάσεις αναπτύσσονται γύρω από ήδη μεγάλα φράγματα.

Η εισαγόμενη προστιθέμενη αξία αντλησιοταμίευσης είναι χαμηλή (20%) ενώ για μπαταρίες είναι της τάξης του 80%.

Δεδομένου ότι υπάρχει πλούσια βιβλιογραφία που τεκμηριώνει την σκοπιμότητα, βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας που συνδυάζει αντλησιοταμίευση και πλωτά ΦΒ, δεν συντρέχει λόγος ανάπτυξης συναφών πιλοτικών έργων. Εστιάζοντας ιδιαίτερα στις ανάγκες ισχύος και ενέργειας μεγάλου αριθμού νησιών είναι επείγουσα ανάγκη να αναπτυχθούν έργα βασισμένα στην προτεινόμενη τεχνολογία.

Οι μπαταρίες έχουν τις ακόλουθες αδυναμίες: Υψηλή εισαγόμενη προστιθέμενη αξία, σύντομη ζωή, μακροπρόθεσμα η διαθεσιμότητα των βασικών απαραίτητων ορυκτών για την ανάπτυξή τους είναι αβέβαιη, καθώς και υψηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα κατά τον παροπλισμό τους. Τέλος οι μπαταρίες έχουν πολύ χαμηλότερο «τοπικό περιεχόμενο» καθώς καταναλώνουν πολύ λιγότερη τοπική εργασία από (για παράδειγμα) αντλούμενη αποθήκευση που είναι κυρίως κατασκευή Πολιτικού Μηχανικού.

Τόσο οι μπαταρίες όσο και η αντλησιοταμίευση πρέπει να αποτελούν μέρος της συνολικής λύσης. Στην πραγματικότητα, οι μπαταρίες αναδεικνύονται ως το πιο αποτελεσματικό μέσο για την παροχή ισχύος σε επιβατικά ηλεκτρικά οχήματα, υπερισχύοντας κατά πολύ του υδρογόνου.

Επισημαίνεται όμως ότι οι μπαταρίες είναι καλές για έλεγχο συχνότητας του ηλεκτρικού δικτύου, αλλά όχι για εφεδρική ισχύ και αποθήκευση ενέργειας μακράς διάρκειας.

Ωστόσο, όταν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες αποθήκευσης ενέργειας ή/και ισχύος, της τάξης των εκατοντάδων MWh και MW, η αντλησιοταμίευση είναι πολύ φθηνότερη. Τέλος, η αντλησιοταμίευση στην πράξη αποδεικνύεται ένα «μόνιμο» περιουσιακό στοιχείο, καθώς μπορεί να στηρίζει το ηλεκτρικό δίκτυο για αρκετές δεκαετίες.

### **Βασικό μήνυμα:**

Απαιτούνται τόσο μπαταρίες όσο και άλλες επιλογές αποθήκευσης ενέργειας, αλλά πρωτίστως απαιτείται μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της λειτουργίας του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας για να διασφαλιστεί ότι οι ανάγκες του ορίζονται όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τις αλλαγές στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, φαίνεται ότι η υδροηλεκτρική θα μπορούσε να συμβάλει περισσότερο.

Επίσης, με τόσους πολλούς θερμο-ηλεκτρικούς σταθμούς (CCGT φυσικού αερίου) που προβλέπεται να λειτουργήσουν, θα περιμέναμε ότι η ανάγκη για μπαταρίες θα ήταν πολύ μικρότερη. Φυσικά, οι εμπορικές συμφωνίες των CCGT πρέπει να είναι τέτοιες που να τους επιτρέπουν να παρέχουν όλες τις υπηρεσίες που είναι σε θέση να παρέχουν.

## 3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Προκειμένου να υλοποιηθεί η εθνική πολιτική για την άμεση απολιγνιτοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής με συνακόλουθη τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων από ορυκτά καύσιμα, απαιτούνται συγκεκριμένες κατευθύνσεις μέτρων.

Βασική παράμετρος για τη μεγιστοποίηση της διείσδυσης των ΑΠΕ και δη Αιολικών και Φωτοβολταϊκών, αποτελεί η ευστάθεια του διασυνδεδεμένου δικτύου, το οποίο δεν μπορεί να επιδείξει την απαιτούμενη αξιοπιστία λόγω του απρόβλεπτου χαρακτήρα της εγχυόμενης ενέργειας.

Αυτήν την παράμετρο της αξιοπιστίας του δικτύου ενισχύουν τα συστήματα μαζικής αποθήκευσης ενέργειας, δηλαδή οι εγκαταστάσεις αντλησιοταμίευσης, καθώς μειώνουν τις αιχμές των διαγραμμάτων φορτίου, κάνουν αναρρύθμιση της παροχής διαθέσιμης ηλεκτρικής ενέργειας και τελικά εναρμονίζουν τα μέγιστα και τα ελάχιστα της ζήτησης και της προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, βελτιστοποιώντας τη λειτουργία του δικτύου της χώρας και βοηθώντας στην υλοποίηση περαιτέρω στόχων της σχετικής Οδηγίας, που αφορούν στις λοιπές μορφές ΑΠΕ.

## 4. ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

**4.1 ΑΝΤΛΗΣΙΟΤΑΜΙΕΥΤΙΚΑ** Με κόστος περίπου 800 εκατ. (725 ευρώ/KW x 1100 MW), με βάση Ερευνητικό Πρόγραμμα που συντάχθηκε προ ετών από το ΕΜΠ για λογαριασμό τη ΡΑΕ, θα μπορούσαν να κατασκευαστούν άλλα 13 αντλησιοταμιευτικά έργα (επιπλέον των δύο της Αμφιλοχίας) με συνολική ισχύ ~1.100 MW και με κάτω ταμιευτήρα έναν από τους υπάρχοντες ταμιευτήρες των ΥΗΕ της ΔΕΗ.

### 4.2 ΜΕΓΑΛΑ ΥΗΕ

#### Σημερινή πραγματικότητα

Λειτουργούν δεκαέξι (16) μεγάλα ΥΗΕ

Εγκατεστημένη ισχύς υδροηλεκτρικών, 3.200 MW (το 18% περίπου της συνολικής ισχύος του διασυνδεδεμένου συστήματος)

Πραγματική μέση παραγωγή όλων των υδροηλεκτρικών, 3.500 έως 4.500 GWh (το 10% περίπου της όλης ηλεκτρικής παραγωγής)

Διαθέσιμος ωφέλιμος όγκος όλων των ταμιευτήρων των υδροηλεκτρικών, 5.700 εκατομμύρια m<sup>3</sup>

Το 30% περίπου του ωφέλιμου όγκου των ταμιευτήρων των υδροηλεκτρικών, διατίθεται κατά προτεραιότητα για άλλες, πέραν της ηλεκτροπαραγωγής, χρήσεις

Δεν προγραμματίζονται από τη ΔΕΗ νέα μεγάλα ΥΗΕ

Δεν ενεργοποιήθηκαν ακόμη οι ιδιώτες επενδυτές

#### Χαρακτηριστικά μεγάλων ΥΗΕ

Επηρεάζουν σημαντικά το περιβάλλον (θετικά και αρνητικά)

Οι ταμιευτήρες είναι συνήθως πλούσιοι σε χλωρίδα και πανίδα και εξελίσσονται σε σημαντικούς υδροβιότοπους

Συμβάλλουν στην ήπια ανάπτυξη

Η Ελλάδα έχει ανάγκη από έργα πολλαπλού σκοπού για τη ορθολογική διαχείριση των υδατικών της πόρων

#### Γιατί χρειαζόμαστε και άλλα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Έργα

Για να διπλασιάσουμε την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, έστω μέχρι το 2030

Για να διπλασιάσουμε τις αποθήκες νερού

Για την αντιπλημμυρική προστασία των κατάντη περιοχών στα περισσότερα ποτάμια

Για την βελτίωση της ενεργειακής μας αυτονομίας

Για να διευκολύνουμε την διείσδυση και των άλλων ΑΠΕ (Αιολικά, Φωτοβολταϊκά)

**Για να αποφύγουμε κατά το δυνατόν τα πυρηνικά.**

#### **Προτεινόμενες άμεσες ενέργειες με ώριμα ΥΗΕ**

Τα 4 ημιτελή ή υπό κατασκευή ΥΗΕ μπορούν να ολοκληρωθούν άμεσα:

α. Από την ΔΕΗ, δύο ημιτελή με ~115 εκατ. (Μεσοχώρα ~100, Μετσοβίτικο ~15)

β. Από το Δημόσιο (με ΣΔΙΤ πιθανώς), δύο ημιτελή με ~300 εκατ. (Συκιά στον Αχελώο ~200 εκατ., Πευκόφυτο στην Θεσσαλία ~100 εκατ.)

Επίσης 3 ώριμα ΥΗΕ μεγάλων εταιρειών (Αυλάκι της ΤΕΡΝΑ στον Αχελώο ~100 εκατ., Άγιος Νικόλαος της ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ στον Αραχθό ~200 εκατ.) και το ώριμο Τέμενος της ΔΕΗ στον ποταμό Νέστο (50 εκατ.)

Τα υπόλοιπα 18 Μεγάλα ΥΗΕ μπορούν να προγραμματιστούν άμεσα για μελέτη και κατασκευή από μεγάλες εταιρείες (πιθανώς με ΣΔΙΤ). Απαραίτητο όμως είναι να αντιμετωπίσει πρώτα νομοθετικά το κράτος τις συνήθειες και αναμενόμενες 'περιβαλλοντικές' αντιδράσεις για τα μεγάλα φράγματα...

**Έτσι συνολικά με επένδυση ~5,0 δισ. €, προστίθενται στο σύστημα ~2.400 MW (+75%) και ~ 5.900 GWh (+130%) Υδροηλεκτρικής Ισχύος και Ενέργειας**

## **5. Μέτρα και παράμετροι που χρήζουν άμεσης προσοχής**

Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να αξιολογήσουν τις ανάγκες μακροπρόθεσμης αποθήκευσης του μελλοντικού τους συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας τώρα, έτσι ώστε να μην χαθούν οι πιο αποτελεσματικές επιλογές, που μπορεί να χρειαστεί περισσότερος χρόνος για να κατασκευαστούν.

Οι συγκρίσεις μεταξύ των επιλογών αποθήκευσης ενέργειας και ευελιξίας πρέπει να ακολουθούν μια συνεπή, τεχνολογικά ουδέτερη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη όλες τις επιπτώσεις και τα οφέλη.

Οι πάροχοι βασικών υπηρεσιών ηλεκτρικού δικτύου, αποθήκευσης και ευελιξίας θα πρέπει να αμείβονται για όλες τις υπηρεσίες που παρέχουν.

Οι ρυθμίσεις αδειοδότησης πρέπει να είναι έγκαιρες, αναλογικές και να αξιοποιούν διεθνώς αναγνωρισμένα εργαλεία βιωσιμότητας.

Οι επενδυτές σε μακροπρόθεσμα έργα, όπως η PSH, πρέπει να έχουν αντίστοιχη πρόβλεψη εσόδων, με δίκαια επιμερισμένο ρίσκο και το μικρότερο συνολικό κόστος για την κοινωνία.

Οι υφιστάμενοι υδροηλεκτρικοί πόροι και οι πιθανές τοποθεσίες θα πρέπει να αξιολογηθούν και να χαρτογραφηθούν ως προς τη δυνατότητά τους να παρέχουν την πιο αποτελεσματική αποθήκευση μεγάλης διάρκειας.

Τα προγράμματα πράσινης ανάκαμψης θα πρέπει να περιλαμβάνουν και να υποστηρίζουν την PSH και οι μηχανισμοί πράσινης χρηματοδότησης θα πρέπει να δίνουν κίνητρα για την PSH.