

Εμπόδια και προτεινόμενες δράσεις για την ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας στο εθνικό ηλεκτρικό σύστημα



Project Deliverable D5.3:

Barriers and proposed actions for the development of energy storage in the national electricity system of Greece



**Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Εργαστήριο Υδροδυναμικών Μηχανών**

Συντάκτες:

Ιωάννης Αναγνωστόπουλος, Αναπλ. Καθηγητής anagno@fluid.mech.ntua.gr
Δημήτρης Παπαντώνης, Καθηγητής papan@fluid.mech.ntua.gr

Φεβρουάριος 2014

Η αποκλειστική ευθύνη για το περιεχόμενο της παρούσας έκθεσης βαρύνει τους συγγραφείς. Δεν αντανakλά κατ' ανάγκην την άποψη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ούτε η EACI ούτε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι υπεύθυνες για οποιαδήποτε ενδεχόμενη χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.

Περιεχόμενα

Συνομογραφίες.....	3
Summary of proposed actions, in English.....	4
1 Εισαγωγή.....	5
2 Παρούσα κατάσταση του ρυθμιστικού πλαισίου και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....	6
3 Διαδικασία Διαβούλευσης.....	8
4 Κατάλογος εμποδίων και προτεινόμενων δράσεων.....	10
5 Αποτελέσματα αντίστοιχων μελετών των εταιρών του stoRE.....	21
6 Συμπεράσματα.....	26
Βιβλιογραφία.....	27

Συνομογραφίες

ΑΥΗΣ	Αντλητικός ΥδροΗλεκτρικός Σταθμός
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΗΕ	Αποθήκευση Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΠ	Αιολικό Πάρκο
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΓΓΕΤ	Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΛΑΓΗΕ	Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΜΔΙ	Μηχανισμός Διαθεσιμότητας Ισχύος
ΟΤΣ	Οριακή Τιμή Συστήματος
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΥΗΣ	ΥδροΗλεκτρικός Σταθμός
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΥΣ	Υβριδικός Σταθμός
ΦΒ	Φωτοβολταϊκό(ς)
EES	Electric Energy Storage
PHES	Pumped Hydro Energy Storage

Summary of proposed actions, in English

In the framework of StoRE project, a list of major barriers for EES development in the electrical system of Greece, along with the corresponding actions required to overcome them was created, taken into account the views of selected experts from public and private domain, the results of an online consultation through a questionnaire, and the presentations and discussions during the open scientific meeting held in NTUA in November 2013.

Some of the proposed actions concern the issue of new regulations and legislation by the government, and several others require the performance of strategic studies by interdisciplinary teams of experts that should be established, and funded by national sources.

Lack of regulatory framework for EES. The Greek Regulatory Authority for Energy has recently published their proposals for a new regulation. The Ministry is now proposed to accelerate the final approval and the issue of the related legislation.

High investments cost and financial risk – Inadequate motivations and incentives.

Support of economic viability of PHES units with direct or indirect measures (e.g. increased capacity credits, subsidy of capital cost, reduced taxes). Permission of new PHES combined with new RES in regions that are RES-saturated. Development of comprehensive modeling tools for future market operation simulation. Acceleration and simplification of the licensing procedure for new PHES units.

Lack of awareness of energy storage role and undervalue of benefits. Informing the key-actors involved in the national energy plan, and realization of the strategic importance of EES. Publication of project results in technical magazines and web sites. Establishment of a scientific association for EES to monitor and promote its development.

Distortions and inefficiencies of the energy market. Reorganization of wholesale electricity market and adaptation to the new European Target model. Establishment of fair competition environment for all production technologies, including EES. Compatibility of the new regulatory framework to be issued for PHES with the Target model.

Lack of auxiliary services market. Estimation of the size of all particular auxiliary services in the grid. Assessment of flexibility and response time of PHES units. Estimation and valuation of parallel benefits of EES to the national system and economy. Public consultations. Establishment of new integrated auxiliary services and deviations market.

Lack of reliable estimations for future storage needs. Definition of specific targets for installed EES power and capacity by the year 2025. Special committee of experts in EES for continuous monitoring of state-of-the-art in the field and identification of issues to be studied. Frequent and comprehensive strategic studies for the energy system development and storage needs up to 2050. Strategic studies for transmission system development.

Lack of demonstration plants. Completion and commissioning of the hybrid wind-hydro pumped storage plant in Ikaria Island the soonest possible. Pilot operation of existing reversible hydropower plants for RES production storage.

Optimum siting of new PHES plants. Development of a strategic environmental plan for large PHES units in the country. Identification and classification of sites based on capital cost, environmental effects, grid or other constraints, and possible benefits to local communities. Investigation of possibilities for cross-border EES of surplus RES production.

Reduced interest for alternative EES technologies. Investigation of capabilities of existing hydropower plants to support high RES penetration. National funding for research on long-term EES methods and pilot plants, like the power-to-gas technology. National funding for the development and progressive integration of alternative techniques to increase system flexibility at very high RES share conditions.

1

Εισαγωγή

Η παρούσα τεχνική έκθεση αποτελεί παραδοτέο του ευρωπαϊκού Έργου StoRE (www.store-project.eu), που έχει ως αντικείμενο τη διευκόλυνση της υλοποίησης των φιλόδοξων στόχων για υψηλή διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ευρωπαϊκό ηλεκτρικό δίκτυο τις προσεχείς δεκαετίες, αποδεσμεύοντας και αξιοποιώντας το δυναμικό και τις τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας.

Η Αποθήκευση Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΗΕ) σε επίπεδο δικτύου μεταφοράς συναρτάται άμεσα με την υψηλή διείσδυση των ΑΠΕ, που αποτελεί βασική επιδίωξη του ενεργειακού σχεδιασμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και πολλών άλλων χωρών. Στη Ελλάδα, η ανάπτυξη μεγάλων Αντλητικών Υδροηλεκτρικών Σταθμών (ΑΥΗΣ) θα επηρεάσει σημαντικά τη μελλοντική εξέλιξη και διαμόρφωση όλου του συστήματος παραγωγής/μεταφοράς και αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των διερευνήσεων στο πλαίσιο του έργου StoRE [1], αλλά και άλλων μελετών και αναλύσεων [2-5], οι ανάγκες ΑΗΕ στη χώρα μας περί το 2025 θα είναι της τάξης του ενός GW, ενώ μπορεί να φθάσουν ή και να υπερβούν τα 5 GW έως το 2050. Επομένως, με δεδομένο το σημαντικό χρονικό διάστημα που απαιτείται για την κατασκευή και ένταξη μεγάλων ΑΥΗΣ στο Σύστημα, υπάρχει ανάγκη άμεσου προσδιορισμού και έγκαιρης αντιμετώπισης των παραμέτρων που μπορεί να εμποδίσουν ή να καθυστερήσουν την προώθησή τους.

Στην παρούσα Έκθεση γίνεται αρχικά μια συνοπτική αναφορά στο ισχύον ρυθμιστικό πλαίσιο λειτουργίας του εθνικού συστήματος και στην παρούσα κατάσταση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα βήματα της διαδικασίας δημόσιας διαβούλευσης που υλοποιήθηκε από την ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Υδροδυναμικών Μηχανών ΕΜΠ, στο πλαίσιο του Έργου StoRE. Από τη διαδικασία αυτή αναδείχθηκαν τα αίτια που μπορεί να αποτελέσουν εμπόδια στην προώθηση της αποθήκευσης ενέργειας σε κλίμακα δικτύου μεταφοράς του εθνικού συστήματος ηλεκτροπαραγωγής, και διαμορφώθηκαν αντίστοιχες προτάσεις για την ανάληψη συγκεκριμένων δράσεων προκειμένου να αντιμετωπισθούν τα εμπόδια αυτά. Η καταγραφή των εμποδίων και η ανάλυση των προτάσεων αυτών γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο της έκθεσης. Τέλος, παρατίθενται ενημερωτικά τα ανάλογα εμπόδια και οι προτεινόμενες δράσεις στις υπόλοιπες χώρες που συμμετέχουν στο έργο StoRE, όπως προσδιορίστηκαν από τις αντίστοιχες συνεργαζόμενες ερευνητικές ομάδες.

2

Παρούσα κατάσταση του ρυθμιστικού πλαισίου και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της Χώρας έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές κατά την τελευταία δεκαετία [6]. Σήμερα, είναι οργανωμένη με βάση το μοντέλο του Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού (ΗΕΠ), στο οποίο χρησιμοποιούνται πολλές ρυθμιστικές ή ελεγχόμενες παράμετροι για τον προσδιορισμό της τιμής.

Η ισχύουσα νομοθεσία προβλέπει υποχρεωτικές προσφορές των παραγωγών και των προμηθευτών για το σύνολο της ισχύος και της ζήτησης, αντιστοίχως (mandatory pool). Εφαρμόζεται ένας μεταβατικός Μηχανισμός Διαθεσιμότητας Ισχύος (ΜΔΙ) για ρυθμιζόμενη αποζημίωση των συμβατικών σταθμών και ένας μεταβατικός Μηχανισμός Ανάκτησης Μεταβλητού Κόστους για τις μονάδες φυσικού αερίου, ο οποίος παρεμβαίνει στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και έχει προκαλέσει αντιδράσεις διαφόρων άλλων παραγωγών. Το 2011 δημιουργήθηκε και η αγορά επικουρικών υπηρεσιών (πρωτεύουσας και δευτερεύουσας εφεδρείας), ενώ στις αρχές του 2012 συστάθηκαν οι Ανεξάρτητοι Διαχειριστές Μεταφοράς (ΑΔΜΗΕ ΑΕ), και Διανομής (ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ) Ηλεκτρικής Ενέργειας, καθώς και ο Λειτουργός Αγοράς (ΛΑΓΗΕ), ως θυγατρικές εταιρείες της ΔΕΗ ΑΕ.

Σημειώνεται ότι το ισχύον μοντέλο της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι υπό αναθεώρηση, σύμφωνα με το ν.4001/2011 και την ευρωπαϊκή νομοθεσία [7].

Σχετικά με τις ΑΠΕ, από το 1994 εφαρμόζεται ένα σύστημα εγγυημένων τιμών (Feed-in-Tariff), το ύψος των οποίων ήταν ίδιο για όλες τις τεχνολογίες έως το 2006, οπότε ορίστηκαν νέες τιμές, διαφορετικές για κάθε τεχνολογία και σημαντικά υψηλότερες ειδικά για τα Φωτοβολταϊκά. Το 2009 με τον ν.3734/2009 θεσπίστηκε για πρώτη φορά μηχανισμός αυτόματης απομείωσης της τιμής για νέες ΦΒ εγκαταστάσεις, ενώ εισάγεται για πρώτη φορά η μέθοδος πριμοδότησης (premium) των τιμών μετά το 2015, συσχετιζόμενη με τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος (ΟΤΣ). Ο πιο πρόσφατος Νόμος 3851/2010 εισήγαγε νέες διαφοροποιήσεις στο ύψος του FiT για τεχνολογίες όπως οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα και από βιοαέριο.

Η τιμολόγηση των διαφόρων τεχνολογιών ΑΠΕ έχει γίνει με σκοπό να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα των επενδύσεων και να δημιουργείται επαρκές κίνητρο για τους επενδυτές. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις ΑΠΕ αποζημιώνεται με εγγυημένη τιμή μέσω Ειδικού Λογαριασμού, που διαχειρίζεται ο ΛΑΓΗΕ, βασικά έσοδα του οποίου είναι οι πληρωμές που καταβάλλουν οι προμηθευτές, ενώ το υπόλοιπο κόστος κατανέμεται απευθείας στους καταναλωτές και εισπράττεται μέσω ενός Ειδικού Τέλους. Ο τρόπος υπολογισμού

της αποζημίωσης ΑΠΕ, με βάση τη μέση ΟΤΣ, αλλά και το ύψος του Ειδικού Τέλους έχουν προκαλέσει σοβαρές αντιθέσεις και αντιπαραθέσεις στον χώρο της ηλεκτροπαραγωγής, αλλά και αντιδράσεις των καταναλωτών, ενώ παράλληλα το έλλειμμα του Ειδικού Λογαριασμού αυξάνεται διαρκώς, και προβλέπεται να φθάσει τα 740 εκατ. ευρώ στο τέλος του 2014 και τα 1.200 εκατ. ευρώ στο τέλος του 2015 [8].

Από την άλλη πλευρά, η ανάπτυξη των ΑΠΕ συνεχίζεται, αλλά όχι με τον προβλεπόμενο ρυθμό κάθε τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, ήδη από τα τέλη του 2012 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των ΦΒ (μαζί με αυτά στις στέγες) έχει ξεπεράσει την προβλεπόμενη από την Υπουργική Απόφαση του 2010 (ΦΕΚ Β'1630/11.10.2010), και στο τέλος του 2013 έφθασε τον στόχο για το 2020 (2200 MW). Αντιθέτως, η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών (1810 MW στο τέλος του 2013) υπολείπεται σημαντικά της προβλεπόμενης για το 2014 (4000 MW). Οι διαφοροποιήσεις αυτές δυσχεραίνουν τον αποτελεσματικό σχεδιασμό της μελλοντικής ανάπτυξης του Συστήματος, ενώ ήδη δημιουργούνται ζητήματα ευελιξίας του δικτύου σε συγκεκριμένες περιόδους χαμηλής ζήτησης και υψηλής παραγωγής ΑΠΕ.

Αναφορικά με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχει το ρυθμιστικό πλαίσιο με τις αρχές λειτουργίας Υβριδικών Σταθμών (ΥΣ) στα μη-διασυνδεδεμένα νησιωτικά συστήματα, οι οποίοι αποτελούν συνδυασμό μονάδων παραγωγής από ΑΠΕ με σύστημα αποθήκευσης ενέργειας [9,10]. Με βάση το πλαίσιο αυτό, η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) έχει εκδώσει τα τελευταία χρόνια αρκετές άδειες παραγωγής ΥΣ συνολικής ισχύος περίπου 200 MW σε ορισμένα μεγάλα νησιά (Κρήτη, Ρόδος, Λέσβος), που συνοδεύονται από αναλυτική τιμολόγηση της παραγόμενης ενέργειας, διαφορετική για κάθε νησί, αναλόγως του μέσου ετήσιου μεταβλητού κόστους των συμβατικών μονάδων αιχμής [11]. Επίσης, έχουν υποβληθεί στη ΡΑΕ προς έγκριση πολλές ακόμη αιτήσεις για άδειες παραγωγής ΥΣ, συνολικής ισχύος 600 MW.

Στο διασυνδεδεμένο σύστημα μέχρι σήμερα έχει υποβληθεί στη ΡΑΕ για χορήγηση άδειας παραγωγής ένας σημαντικός αριθμός αιτήσεων νέων μονάδων αντλησιοταμίευσης, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ που υπερβαίνει τα 4 GW. Στις 18.11.2013, μετά από μια δημόσια διαβούλευση και τη διενέργεια σχετικών τεχνικών μελετών [12], η ΡΑΕ (www.rae.gr) υπέβαλε προς το ΥΠΕΚΑ τις τελικές προτάσεις της για τη συμπλήρωση του θεσμικού πλαισίου για την αδειοδότηση, διαχείριση και τιμολόγηση αποθηκευτικών σταθμών στο διασυνδεδεμένο Σύστημα [13].

Το κείμενο της ΡΑΕ περιλαμβάνει συγκεκριμένες προτάσεις για τον προγραμματισμό και τη λειτουργία των αποθηκευτικών σταθμών, για τις τιμολογήσεις και εκκαθαρίσεις και τους μηχανισμούς που θα συμμετέχουν οι ΑΥΗΣ, καθώς και για την αδειοδότηση των σταθμών αυτών. Αναμένεται η επεξεργασία και τελική έγκρισή τους από το ΥΠΕΚΑ.

3

Διαδικασία Διαβούλευσης

Η διαδικασία δημόσιας διαβούλευσης που ακολουθήθηκε στην Ελλάδα, στο πλαίσιο του Έργου StoRE, περιελάμβανε τα εξής βήματα:

- Συντάχθηκε ένα ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο με θέματα σχετικά με την εκτίμηση των αναγκών αποθήκευσης στο ελληνικό σύστημα, τον προσδιορισμό του τύπου και του μεγέθους διαφόρων εμποδίων για την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας, των τρόπων αντιμετώπισης των εμποδίων αυτών, καθώς και πιο ειδικά θέματα σχετικά με το θεσμικό πλαίσιο αδειοδότησης, κατασκευής, διαχείρισης και λειτουργίας μονάδων ΑΥΗΣ στο Σύστημα (<http://survs.com/survey/kwbokrg5kt>)

Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε με τη συνδρομή συνεργατών επιστημόνων, εξειδικευμένων στον σχεδιασμό και λειτουργία του εθνικού ηλεκτρικού συστήματος και την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας.

- Στη συνέχεια, απεστάλη σχετική πρόσκληση για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου σε 170 παραλήπτες, οι οποίοι επιλέχθηκαν προσεκτικά από όλο τον χώρο της ηλεκτροπαραγωγής, τόσο από κρατικούς φορείς όσο και από ιδιωτικούς οργανισμούς και επιχειρήσεις, ώστε να διαθέτουν σχετική εμπειρία, γνώσεις και ενασχόληση στο θέμα της ΑΗΕ.

Η πρόσκληση απεστάλη στον κάθε έναν παραλήπτη προσωπικά, με ταχυδρομικό φάκελο που περιείχε το εξής συνοδευτικό-υποστηρικτικό υλικό:

- Τεχνικό Φυλλάδιο (Παραδοτέο D5.2 του Έργου StoRE), με θέμα την “Εκτίμηση μελλοντικών αναγκών ΑΗΕ στο ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας” [1]
- Μια γενική τεχνική έκθεση με τα διάφορα εμπόδια που έχουν διαπιστωθεί διεθνώς για την προώθηση της ΑΗΕ.

- Συλλογή και επεξεργασία απαντήσεων. Στο ερωτηματολόγιο απάντησε σημαντικό ποσοστό των ερωτηθέντων (58 ολοκληρωμένες απαντήσεις, δηλαδή πάνω από το ένα τρίτο). Οι απαντήσεις αυτές συνθέτουν ένα δείγμα μεγάλης στατιστικής αξίας, δεδομένου ότι σε προγενέστερη δημόσια διαβούλευση της ΡΑΕ για το ίδιο θέμα η ανταπόκριση ήταν πολύ μικρότερη.

Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου και προετοιμασία σχετικής παρουσίασής τους στο κοινό.

- Διοργάνωση Επιστημονικής Ημερίδας με θέμα: *"Αποθήκευση Ενέργειας στο Ελληνικό Ηλεκτρικό Σύστημα, με Ορίζοντα το 2050: Ανάγκες, εμπόδια και απαιτούμενες δράσεις"*, η οποία διεξήχθη την Παρασκευή, 29/11/2013, στο Αμφιθέατρο της Βιβλιοθήκης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στην Ημερίδα προσεκλήθησαν ως ομιλητές ακαδημαϊκοί και εξειδικευμένοι επιστήμονες, καθώς και στελέχη φορέων και επιχειρήσεων από τον χώρο της

ηλεκτροπαραγωγής, οι οποίοι παρουσίασαν όλες τις πτυχές και προοπτικές του ζητήματος της αποθήκευσης ενέργειας στο ελληνικό σύστημα. Η ανταπόκριση του τεχνικού και επιστημονικού κόσμου ήταν μεγάλη, ενδεικτική του αυξανόμενου ενδιαφέροντος που συγκεντρώνει η ΑΗΕ στη Χώρα τα τελευταία χρόνια. Στην Ημερίδα συμμετείχαν πάνω από 120 επιστήμονες από όλο το φάσμα της ηλεκτροπαραγωγής της χώρας, καθώς και αρκετοί μεταπτυχιακοί φοιτητές.

Μέσω των παρουσιάσεων και των σχετικών συζητήσεων που ακολούθησαν, αποσαφηνίσθηκαν πολλές πτυχές του ζητήματος της αποθήκευσης αναφορικά με τις τεχνολογικές εξελίξεις, το ρυθμιστικό πλαίσιο και την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, τις εκτιμώμενες ανάγκες του συστήματος και τις δυνατότητες σχεδιασμού και υλοποίησης σχετικών επενδύσεων, καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους. Επίσης, παρουσιάσθηκαν και αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της ηλεκτρονικής διαβούλευσης που διενεργήθηκε με το ερωτηματολόγιο. Τέλος, συζητήθηκαν τα προβλήματα που μπορεί να εμποδίσουν ή να καθυστερήσουν την υλοποίηση των στόχων, καθώς και οι απαιτούμενες δράσεις για την προώθηση των αναγκαίων έργων.

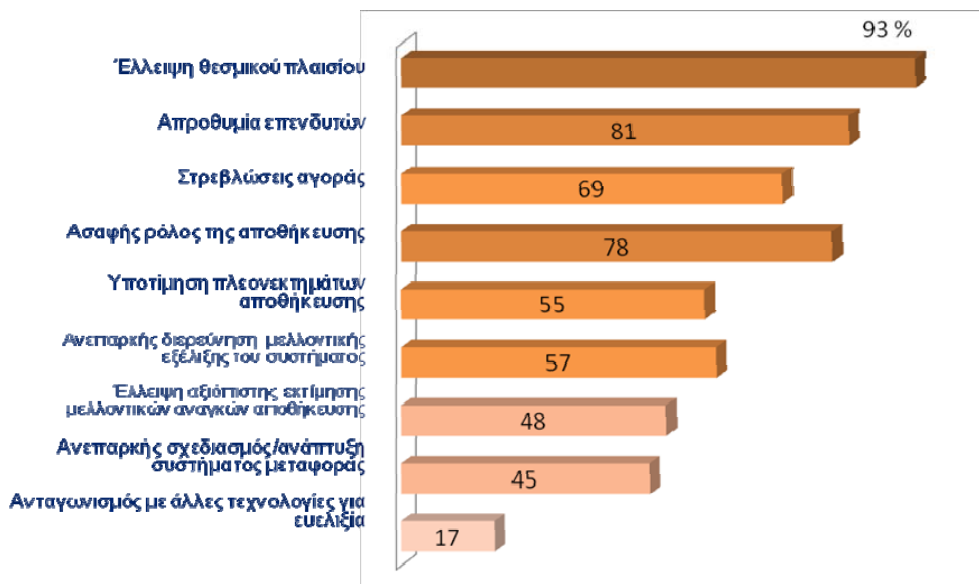
Το Πρόγραμμα, τα Πρακτικά και οι ηλεκτρονικές Παρουσιάσεις της Ημερίδας είναι προσβάσιμα μέσω της ιστοσελίδας του Έργου StoRE (www.store-project.eu/en_GB/consultation-greece).

- Συζητήσεις με τους υπόλοιπους εταίρους του Έργου StoRE σχετικά με τα αποτελέσματα των αντίστοιχων διαβουλεύσεων που έγιναν στις χώρες τους, και σύγκριση των προτεινόμενων δράσεων για την αντιμετώπιση των εμποδίων και την προώθηση της αποθήκευσης ενέργειας στις χώρες τους (Ισπανία, Ιρλανδία, Γερμανία, Αυστρία και Δανία).
- Αναδιαμόρφωση και ολοκλήρωση του καταλόγου προτεινόμενων δράσεων για την προώθηση της αποθήκευσης ενέργειας στη Χώρα, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, τις παρουσιάσεις των ομιλητών στην Ημερίδα και τις συζητήσεις που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκειά της, αλλά και με την μετέπειτα συνδρομή ορισμένων εξ αυτών.
- Επιλογή συγκεκριμένων υψηλόβαθμων στελεχών που υπηρετούν σε φορείς λήψης αποφάσεων σχετικά με τον σχεδιασμό του εθνικού ηλεκτρικού συστήματος, προκειμένου να προγραμματισθούν διμερείς συναντήσεις μαζί τους για την παρουσίαση του καταλόγου προτεινόμενων δράσεων και τη συζήτηση επ' αυτών, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αναγκαιότητα και να τεθούν οι προτεραιότητες και το χρονικό πλαίσιο υλοποίησής τους.

4

Κατάλογος εμποδίων και προτεινόμενων δράσεων

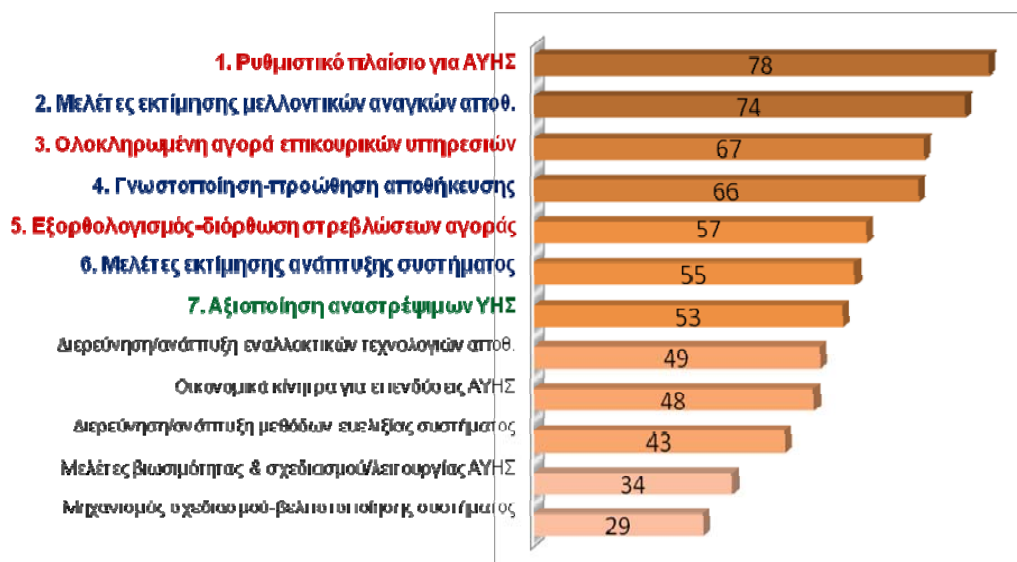
Στο πλαίσιο του έργου StoRE, συντάχθηκε και προτείνεται από τους συμμετέχοντες ερευνητές του ΕΜΠ ο ακόλουθος κατάλογος με τα σημαντικότερα εμπόδια και τις αντίστοιχες απαιτούμενες ενέργειες αντιμετώπισής τους, για την ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας στο ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας. Για τη δημιουργία του καταλόγου ελήφθησαν υπόψη οι απόψεις επιλεγμένων επιστημόνων από κρατικούς και ιδιωτικούς φορείς, τα αποτελέσματα της ηλεκτρονικής διαβούλευσης που διενεργήθηκε στο πλαίσιο του Έργου (Σχήματα 1 και 2), καθώς και οι παρουσιάσεις και συζητήσεις της ανοικτής επιστημονικής Ημερίδας που διοργανώθηκε στο ΕΜΠ.



Σχήμα 1. Αποτελέσματα ηλεκτρονικής διαβούλευσης: Κρίσιμα (σοβαρά – απαγορευτικά) εμπόδια για την ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας στη Χώρα.

Σε ορισμένα σημεία του κειμένου που ακολουθεί, δίνεται σε παρενθέσεις το ποσοστό συμφωνίας των απαντήσεων των 58 επιστημόνων που συμμετείχαν στην ηλεκτρονική διαβούλευση, όπου υπήρχαν αντίστοιχες ερωτήσεις.

Οι προτεινόμενες δράσεις ιεραρχούνται σε δύο κατηγορίες: τις “**άμεσες**” και τις “**επόμενες**”. Ως άμεσες θεωρούνται οι δράσεις που θα πρέπει να αναληφθούν το ταχύτερο δυνατό, ει δυνατόν εντός του 2014, ενώ ως επόμενες, οι ενέργειες που θα πρέπει να υλοποιηθούν μεσοπρόθεσμα, εντός της προσεχούς τριετίας-πενταετίας. Στην περιγραφή αναφέρεται επίσης ο αντίστοιχος υπεύθυνος φορέας για την ανάληψη και διεκπεραίωση κάθε προτεινόμενης ενέργειας.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα ηλεκτρονικής διαβούλευσης: Δράσεις που απαιτούνται άμεσα για την προώθηση της αποθήκευσης ενέργειας στο σύστημα

Εμπόδιο Α: Έλλειψη σχετικού θεσμικού/ρυθμιστικού πλαισίου (93%)

Η έλλειψη ή ανεπάρκεια του εθνικού ρυθμιστικού πλαισίου αποτελεί το σημαντικότερο εμπόδιο για την ανάπτυξη της αποθήκευσης ενέργειας σε κλίμακα δικτύου στις περισσότερες χώρες, καθώς δεν επιτρέπει την ασφαλή εκτίμηση των οικονομικών αποτελεσμάτων και της βιωσιμότητας τέτοιων επενδυτικών σχεδίων.

Άμεσες ενέργειες:

- A1. Νέο ρυθμιστικό πλαίσιο για αδειοδότηση, ένταξη και λειτουργία νέων μονάδων ΑΥΗΣ στο Σύστημα (78%). Το πρώτο σημαντικό βήμα στην κατεύθυνση αυτή ολοκληρώθηκε τον περασμένο Νοέμβριο από τη ΡΑΕ, με τη δημοσιοποίηση και υποβολή προς το ΥΠΕΚΑ της Πρότασής της για συμπλήρωση του θεσμικού πλαισίου σχετικά με την αδειοδότηση, λειτουργία και τιμολόγηση αποθηκευτικών σταθμών στο ηλεκτρικό σύστημα.
- A2. Το προτεινόμενο νέο ρυθμιστικό πλαίσιο φαίνεται ότι βρίσκεται γενικά σε συμφωνία με τις απόψεις των ειδικών και επιτυγχάνει κατ' αρχήν έναν συγκερασμό των θέσεων και απαιτήσεων όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Απομένει η τελική αποδοχή/έγκρισή του και η ανάλογη νομοθετική ρύθμιση από το ΥΠΕΚΑ

Επόμενες ενέργειες:

- A3. Οριστικοποίηση του μοντέλου διαχείρισης ΑΥΗΣ στο ελληνικό σύστημα, το οποίο θα προκύψει από τη νέα σχετική νομοθεσία, θα συμπληρωθεί με όποιες πρόσθετες κανονιστικές ρυθμίσεις απαιτηθούν και θα αποτυπώνεται στις σχετικές άδειες παραγωγής που θα εκδίδει η ΡΑΕ.

Εμπόδιο Β: Απροθυμία επενδυτών για έργα υψηλού κεφαλαιακού κόστους και οικονομικού ρίσκου - Έλλειψη επενδυτικών κινήτρων και στόχων (81%)

Οι ιδιοκτήτες σταθμών παραγωγής είναι απρόθυμοι να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες και έργα υψηλού κεφαλαιακού κόστους και μεγάλης διάρκειας κατασκευής, όπως είναι η αποθήκευση ενέργειας σε επίπεδο δικτύου με αντλησιοταμίευση, ιδιαίτερα μάλιστα εάν το οικονομικό ρίσκο είναι υψηλό και η απόσβεση του κεφαλαίου τους δεν είναι εξασφαλισμένη. Επιπλέον, υπό τις τρέχουσες δυσμενείς οικονομικές συνθήκες της Χώρας είναι δύσκολη η σύναψη δανείων και η δημιουργία επενδυτικών σχημάτων για τέτοια έργα.

Η εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας των ΑΥΗΣ είναι ιδιαίτερα δύσκολη, επειδή υπάρχουν δύο επίπεδα αβεβαιότητας: Αφ' ενός η εξέλιξη της κύριας αγοράς και της αγοράς επικουρικών υπηρεσιών ηλεκτρικής ενέργειας, και αφ' ετέρου η ποσότητα της πλεονάζουσας παραγωγής ΑΠΕ που θα διατίθεται προς αποθήκευση, δηλαδή ο συντελεστής αξιοποίησης των μονάδων αποθήκευσης. Αυτό το διπλό οικονομικό ρίσκο είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των παραγωγών ΑΠΕ. Επιπλέον, δεν αποτιμώνται και δεν αποζημιώνονται ούτε με το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο όλα τα πρόσθετα οφέλη και οι επικουρικές υπηρεσίες που μπορούν να παρέχουν στο δίκτυο οι μονάδες αποθήκευσης ενέργειας, καθώς αυτό προϋποθέτει την ανάπτυξη κατάλληλων μηχανισμών της Αγοράς.

Άμεσες ενέργειες:

- B1. Έγκριση από το ΥΠΕΚΑ των προτάσεων της ΡΑΕ και νομοθετική θέσπιση του νέου ρυθμιστικού πλαισίου για την εγκατάσταση και λειτουργία ΑΥΗΣ στο διασυνδεδεμένο δίκτυο της Χώρας. Επίσης, διόρθωση στρεβλώσεων και σταθεροποίηση των κανόνων της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
- B2. Εξασφάλιση οικονομικής βιωσιμότητας των επενδύσεων ΑΥΗΣ, αναλόγως των συνθηκών αγοράς (π.χ. με πρόσθετη επιβάρυνση του Ειδικού Λογαριασμού, πρόσθετα έσοδα από ΜΔΙ, ή πρόσθετη επιδότηση τιμής αγοράς ενέργειας π.χ. ως αποφευγόμενο κόστος εκπομπών CO₂). Η κατεύθυνση αυτή προβλέπεται στις Προτάσεις της ΡΑΕ για το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο, όμως δεν καθορίζεται το ακριβές ύψος των σχετικών ενισχύσεων, αλλά συσχετίζεται με μεταβλητές παραμέτρους της αγοράς (π.χ. το κόστος εκπομπών CO₂).
- B3. Θέσπιση οικονομικών κινήτρων για επενδύσεις σε ΑΥΗΣ (48%). Σημειώνεται ότι η πλειοψηφία (57%) των ειδικών που έλαβε μέρος στην ηλεκτρονική διαβούλευση του έργου StoRE, θα ενέκρινε πρόσθετη αποζημίωση των ΑΥΗΣ ειδικά για τα παράλληλα οφέλη τους (υποστήριξη ΑΠΕ, εξοικονόμηση καυσίμων, εξοικονόμηση πόρων ανάπτυξης του συστήματος μεταφοράς, μείωση απωλειών μεταφοράς ηλ. ενέργειας, αύξηση εγχώριας προστιθέμενης αξίας, ενεργειακή ανεξάρτηση, τουριστική ανάπτυξη και οικονομικά οφέλη σε τοπικές κοινωνίες κλπ.), πλέον δηλαδή των άμεσων πλεονεκτημάτων για το δίκτυο. Προκειμένου να μην δημιουργηθούν στρεβλώσεις στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, τα κίνητρα αυτά θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ευνοϊκότερη φορολόγηση ή και επιδότηση του κεφαλαιακού κόστους. Αρμόδιος φορέας για ανάλογες ρυθμίσεις είναι το ΥΠΕΚΑ, μετά από σύμφωνη άποψη της ΡΑΕ.

- B4. Ρύθμιση ζητημάτων αδειοδότησης ΑΥΗΣ υπό μορφή υβριδικών σταθμών για κορεσμένες περιοχές του διασυνδεδεμένου δικτύου, προκειμένου να καταστεί δυνατή η περαιτέρω εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων ΑΠΕ σ' αυτές, δυνατότητα που κατ' αρχήν περιλαμβάνεται στις πρόσφατες προτάσεις της ΡΑΕ. (ΑΔΜΗΕ-ΡΑΕ-ΥΠΕΚΑ)
- B5. Νησιά: Συζήτηση για ενδεχόμενη αναθεώρηση τιμολογήσεων της ηλεκτρικής παραγωγής υβριδικών σταθμών στα νησιά από τη ΡΑΕ, προκειμένου να προκύπτουν παρόμοιοι οικονομικοί δείκτες (π.χ. εσωτερικός βαθμός απόδοσης) τέτοιων επενδύσεων για όλα τα νησιά, οι οποίοι να εξασφαλίζουν την οικονομική βιωσιμότητα των ΥΣ (π.χ. με τις ισχύουσες τιμές ένας ΥΣ έχει πολύ καλές οικονομικές προοπτικές στην Κρήτη, αλλά πιθανόν δεν είναι οικονομικά βιώσιμο στη Λέσβο).

Επόμενες ενέργειες:

- B6. Ανάπτυξη ολοκληρωμένων υπολογιστικών μοντέλων επίδειξης και προσομοίωσης της υποθετικής λειτουργίας μονάδων αντλησιοταμίευσης, οι οποίες θα είναι ενταγμένες και θα λειτουργούν σύμφωνα με το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο, προκειμένου να επιβεβαιωθεί η οικονομική τους βιωσιμότητα σε διάφορα σενάρια εξέλιξης του συστήματος και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη Χώρα. Η ανάθεση τέτοιων μελετών μπορεί να γίνει από τη ΡΑΕ, ή από ενδιαφερόμενες ιδιωτικές εταιρείες, και η εκπόνησή τους από εξειδικευμένους επιστήμονες/ερευνητές.
- B7. Επιτάχυνση της αδειοδοτικής διαδικασίας για εγκατάσταση αντλησιοταμίευσης σε υπάρχοντα υδροηλεκτρικά έργα, όπου οι αναγκαίες τεχνικές επεμβάσεις είναι απλούστερες και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ελεγχόμενες. (ΡΑΕ, ΥΠΕΚΑ και λοιποί φορείς αδειοδοτήσεων).

Εμπόδιο Γ: Μη-επαρκής γνωστοποίηση του ζητήματος της αποθήκευσης ενέργειας: Ασαφής ρόλος και υποτίμηση των πλεονεκτημάτων της (78% & 55%)

Αρκετοί φορείς χάραξης ενεργειακής πολιτικής της Χώρας, αλλά κυρίως το ευρύ κοινό, δεν γνωρίζουν τι είναι η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας ή δεν είναι επαρκώς ενήμεροι για τις διαθέσιμες τεχνολογίες ΑΗΕ, τα πρόσφατα τεχνολογικά επιτεύγματα, αλλά και τα πολλαπλά οφέλη που μπορεί να παρέχει στο ενεργειακό σύστημα. Το γεγονός αυτό μπορεί να εμποδίσει την έγκαιρη και αποτελεσματική σχεδίαση και ανάπτυξη των αναγκαίων μονάδων ΑΗΕ, προκαλώντας σημαντικές καθυστερήσεις στην επίτευξη των στόχων υψηλής διείσδυσης και συμμετοχής κυμαινόμενης παραγωγής ΑΠΕ (αιολικά, φωτοβολταϊκά) στο Σύστημα.

Από την άλλη μεριά, οι σταθμοί ΑΗΕ θα λειτουργούν συμπληρωματικά αλλά πιθανώς και ανταγωνιστικά με άλλες μεθόδους και τεχνολογίες για βελτίωση της ευελιξίας του ηλεκτρικού συστήματος στα διάφορα επίπεδά του (παραγωγή, μεταφορά, διανομή και

κατανάλωση). Επομένως, η αναγνώριση των δυνατών ρόλων της ΑΗΕ και η επίτευξη σχετικής συμφωνίας μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων φορέων (κρατικών υπηρεσιών, διαχειριστών του δικτύου και παραγωγών) για τις προτεραιότητες ένταξής της στο ελληνικό σύστημα, αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα.

Άμεσες ενέργειες:

- Γ1. Ενημέρωση των βασικών παραγόντων που συμμετέχουν στον ενεργειακό σχεδιασμό της Χώρας (στελέχη της ΡΑΕ, του ΥΠΕΚΑ και των Διαχειριστών του δικτύου) για τα αποτελέσματα του έργου StoRE για την Ελλάδα και τις άλλες συμμετέχουσες χώρες, καθώς και για τα σημαντικά άμεσα και παράλληλα οφέλη της ΑΗΕ. Στόχος η συνειδητοποίηση της στρατηγικής σημασίας της αποθήκευσης για το ενεργειακό μέλλον της Χώρας και η υποστήριξη της ανάπτυξής της, π.χ. μέσω ερευνητικών έργων της ΓΓΕΤ, ή μέσω μελετών της ΡΑΕ.
- Γ2. Δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων του έργου StoRE. Ήδη έχουν αναρτηθεί στο internet τα πρακτικά της επιστημονικής Ημερίδας που διοργανώθηκε στο ΕΜΠ, και αναμένονται σχετικές δημοσιεύσεις τεχνικών εκθέσεων του έργου σε ελληνικά τεχνικά περιοδικά. Επίσης τα αποτελέσματα του StoRE θα παρουσιαστούν από την ομάδα του ΕΜΠ σε εκπομπές και Ημερίδες σχετικές με την ενέργεια που θα διενεργηθούν το 2014.
- Γ3. Σύσταση Επιστημονικής Εταιρείας για την αποθήκευση ενέργειας (π.χ. όπως η ΕΛΕΤΑΕΝ για την αιολική ενέργεια), που θα συμπεριλαμβάνει όλες τις τεχνολογίες και όλα τα επίπεδα αποθήκευσης, μέλη της οποίας θα γίνονται εταιρείες και φορείς, αλλά και φυσικά πρόσωπα, επαγγελματίες και επιστήμονες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή αυτή. Ήδη έχει ξεκινήσει σχετική διερεύνηση από το Εργαστήριο Υδροδυναμικών Μηχανών ΕΜΠ και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ).

Επόμενες ενέργειες:

- Γ4. Γνωστοποίηση και προώθηση του ζητήματος της αποθήκευσης ενέργειας (66%), μέσω των δράσεων της νέας Επιστημονικής Εταιρείας (ιστοσελίδα, διανομή ενημερωτικού υλικού, forum ανταλλαγής απόψεων, δημοσιεύσεις στον τύπο, διοργάνωση Ημερίδων κλπ.)
- Γ5. Συνεργασία με άλλους φορείς (π.χ. Ακαδημία Αθηνών, Τεχνικό Επιμελητήριο, Διαχειριστές Συστήματος, Λειτουργός Αγοράς, ΔΕΗ, Σύνδεσμοι Παραγωγών ΑΠΕ και θερμικών σταθμών κ.ά.), για διοργάνωση διαβουλεύσεων και ενημερωτικών δράσεων σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας στο ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα, αλλά και τους γενικότερους στόχους για επίτευξη της υψηλής συμμετοχής ΑΠΕ και της απαιτούμενης ευελιξίας του ηλεκτρικού συστήματος. Τέτοιες πρωτοβουλίες μπορούν και πρέπει να αναλαμβάνουν όλοι οι ενδιαφερόμενοι φορείς.

Εμπόδιο Δ: Στρεβλώσεις και ανεπάρκειες της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (69%)

Η αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας χαρακτηρίζεται από διάφορες δομικές στρεβλώσεις, αλλά και ειδικές ρυθμίσεις, αποζημιώσεις και τιμολογιακές ενισχύσεις διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής, οι περισσότερες των οποίων θεωρούνται πρόσκαιρες και μεταβατικές. Έτσι προκαλούνται ανισότητες, οι οποίες επηρεάζουν την ομαλή λειτουργία της αγοράς και δημιουργούν ευνοημένους και αδικημένους συμμετέχοντες. Το κλίμα αυτό είναι ιδιαίτερα αποτρεπτικό για την εισαγωγή κάθε νέας τεχνολογίας και ιδιαίτερα για τις τεχνολογίες ΑΗΕ, οι οποίες επηρεάζουν παγιωμένες πρακτικές στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Άμεσες ενέργειες:

- Δ1. Εξορθολογισμός και διόρθωση στρεβλώσεων της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (57%). Η άμεση ανάγκη διόρθωσης των στρεβλώσεων αυτών επισημαίνεται συχνά από διάφορους φορείς τα τελευταία χρόνια και η ΡΑΕ έχει δραστηριοποιηθεί έντονα προς την κατεύθυνση αυτή. Πρόσφατα (Ιούλιος 2013) αποφάσισε μια σειρά μεταβατικών ρυθμίσεων ολοκληρώνοντας ένα πρώτο στάδιο αναδιοργάνωσης της χονδρεμπορικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, με τελικό στόχο την προσαρμογή στο νέο ευρωπαϊκό μοντέλο (Target model), το 2015.
- Δ2. Το τελικό θεσμικό πλαίσιο για την ΑΗΕ που αναμένεται από το ΥΠΕΚΑ, θα πρέπει να είναι συμβατό με- και να αξιοποιεί τις παραπάνω ρυθμίσεις, ώστε η αποθήκευση ενέργειας με αντλησιοταμίευση να καθίσταται οικονομικά βιώσιμη στην αγορά, ακόμη και κατά την τρέχουσα μεταβατική περίοδο, ώστε να μην καθυστερήσει άλλο ο σχεδιασμός και η έναρξη υλοποίησης των σχετικών επενδύσεων.

Επόμενες ενέργειες:

- Δ3. Σχεδιασμός και εφαρμογή τελικών ρυθμίσεων αγοράς, σε συμφωνία με τους κανόνες της ευρωπαϊκής ενιαίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Target Model), οι οποίες θα διαμορφώσουν συνθήκες υγιούς ανταγωνισμού για όλες τις τεχνολογίες παραγωγής, συμπεριλαμβανομένης και της ΑΗΕ, και θα εξασφαλίζουν τη βιωσιμότητά τους προκειμένου να εξυπηρετήσουν τους στόχους της εθνικής ενεργειακής στρατηγικής. (ΡΑΕ-ΛΑΓΗΕ, ΥΠΕΚΑ).

Εμπόδιο Ε: Ανεπαρκής αγορά επικουρικών υπηρεσιών στο σύστημα

Όπως δείχνουν διάφορες μελέτες αποθήκευσης ενέργειας σε Ευρώπη και Ελλάδα, η βιωσιμότητα των αποθηκευτικών σταθμών δεν μπορεί να υποστηριχθεί μόνο από τα έσοδα βασικών υπηρεσιών ενέργειας και εφεδρείας, αλλά πρέπει να αξιοποιηθούν και να αποζημιωθούν και οι πολλές επικουρικές υπηρεσίες που μπορεί να παρέχει στο σύστημα. Επομένως, η έλλειψη ολοκληρωμένης αγοράς επικουρικών υπηρεσιών στο ελληνικό σύστημα αποτελεί εμπόδιο στην οικονομική βιωσιμότητα τέτοιων επενδύσεων.

Άμεσες ενέργειες:

- E1. Διάφορες προπαρασκευαστικές δράσεις, δεδομένου ότι η δημιουργία ολοκληρωμένης αγοράς επικουρικών υπηρεσιών αποτελεί πολύπλοκο και δύσκολο εγχείρημα, δεδομένου μάλιστα του μεταβατικού χαρακτήρα διαφόρων ρυθμίσεων της σημερινής αγοράς ενέργειας και του επικείμενου μετασχηματισμού της προς το Target Model:
1. Εκτίμηση μεγέθους εγχώριας αγοράς όλων των επικουρικών υπηρεσιών, με σχετικές μελέτες των ΡΑΕ-ΑΔΜΗΕ-ΛΑΓΗΕ και τη βοήθεια εξειδικευμένων εξωτερικών συμβούλων.
 2. Αποτίμηση ευελιξίας και ταχύτητας απόκρισης των ΑΥΗΣ, τόσο κατά το στάδιο παραγωγής όσο και αποθήκευσης (π.χ. αντλίες μεταβλητών στροφών). Μελέτες ΑΔΜΗΕ με τη βοήθεια εξειδικευμένων εξωτερικών συμβούλων.
 3. Εκτίμηση και συνυπολογισμός πρόσθετων υπηρεσιών-παράλληλων ωφελειών για το εθνικό σύστημα, που μπορούν να παρέχουν ειδικά ή κυρίως οι ΑΥΗΣ (π.χ. αξιόπιστη και ταχεία στατή εφεδρεία, ρύθμισης τάσης σε υψηλή ζήτηση και λειτουργία ως σύγχρονοι αντισταθμιστές τάσης, black start, στήριξη θερμικών σε ώρες χαμηλής ζήτησης, αύξηση στρεφόμενης εφεδρείας με άμεση απόζευξη, κλπ). Μελέτες ΑΔΜΗΕ-ΛΑΓΗΕ με τη βοήθεια εξειδικευμένων συμβούλων.
 4. Διενέργεια δημόσιας διαβούλευσης από τη ΡΑΕ και τον Λειτουργό της Αγοράς, ΛΑΓΗΕ.

Επόμενες ενέργειες:

- E2. Δημιουργία ολοκληρωμένης αγοράς επικουρικών υπηρεσιών και αποκλίσεων (67%). Η δράση αυτή προβλέπεται στις τελικές προτάσεις της ΡΑΕ για την αναδιοργάνωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (διαχωρισμός αγοράς ενέργειας και αγοράς επικουρικών υπηρεσιών), καθώς αναγνωρίζεται η αυξανόμενη ανάγκη ανάπτυξης νέων μηχανισμών και νέων διακριτών αγορών για συγκεκριμένα προϊόντα εφεδρείας, επικουρικών υπηρεσιών, αξιόπιστης διαθεσιμότητας κ.ά., για την υποστήριξη της υψηλής και πολύ υψηλής διείσδυσης κυμαινόμενης παραγωγής ΑΠΕ στο σύστημα. Από το ΥΠΕΚΑ, σε συνεργασία με τη ΡΑΕ και τους διαχειριστές του συστήματος (ΑΔΜΗΕ, ΔΕΔΔΗΕ, ΛΑΓΗΕ).
- E3. Προτείνεται η κατάρτιση συγκεκριμένου χρονοδιαγράμματος υλοποίησης των απαιτούμενων προπαρασκευαστικών ενεργειών από το ΥΠΕΚΑ, έως τη διαμόρφωση της τελικής πρότασης της ΡΑΕ για τη νέα αυτή αγορά επικουρικών υπηρεσιών, εντός των προσεχών 2-3 ετών.

Εμπόδιο ΣΤ: Έλλειψη αξιόπιστης εκτίμησης μελλοντικών αναγκών για αποθήκευση ενέργειας (48%)

Η εγκατεστημένη ισχύς αλλά και η αποθηκευτική ικανότητα (χωρητικότητα) των μονάδων αποθήκευσης σε κλίμακα Συστήματος αποτελούν τις δύο κρίσιμες παραμέτρους, ο καθορισμός των οποίων αποτελεί μεγάλη πρόκληση, αλλά και απαραίτητη ενέργεια για τον μελλοντικό σχεδιασμό του ελληνικού συστήματος. Οι μελλοντικές ανάγκες αποθήκευσης δεν εξαρτώνται μόνο από την ανάπτυξη των ΑΠΕ κυμαινόμενης παραγωγής και την εξέλιξη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (η οποία θα επηρεάζεται από τα μακροοικονομικά χαρακτηριστικά της χώρας), αλλά και από τη στρατηγική που θα ακολουθηθεί για την εξέλιξη και τελική διαμόρφωση του Συστήματος.

Σήμερα υπάρχουν αρκετές παραδοσιακές αλλά και αναπτυσσόμενες μέθοδοι και τεχνικές για την κάλυψη των αναγκών ευελιξίας των μελλοντικών δικτύων, προκειμένου να λειτουργούν με πολύ υψηλή διείσδυση ΑΠΕ, όπως στρεφόμενη αδράνεια μεγάλης ισχύος (fly wheels), σύγχρονοι αντισταθμιστές (synchronous compensators), αεριοστρόβιλοι ανοικτού κύκλου –OCGT, τεχνικές βελτίωσης ευελιξίας των συμβατικών θερμικών μονάδων και νέες μονάδες φυσικού αερίου, ανεμογεννήτριες με απόκριση συχνότητας, αλλά και μέθοδοι διαχείρισης ζήτησης στο πλαίσιο ενός μελλοντικού έξυπνου δικτύου. Ο βαθμός ανάπτυξης και πιθανής ενσωμάτωσης των παραπάνω μεθόδων στο ηλεκτρικό σύστημα της χώρας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την εκτίμηση των αναγκών αποθήκευσης με ορίζοντα το 2050.

Τέλος, η σχεδιαζόμενη ανάπτυξη/ενίσχυση διασυνδέσεων με τις γειτονικές χώρες θα επηρεάσει τη διαχείριση της πλεονάζουσας παραγωγής ΑΠΕ στο εθνικό σύστημα.

Άμεσες ενέργειες:

- ΣΤ1. Καθορισμός συγκεκριμένων στόχων εγκατεστημένης ισχύος και χωρητικότητας νέων ΑΥΗΣ, για την επόμενη δεκαετία. Τα αποτελέσματα στο έργο StoRE, αλλά και οι εκτιμήσεις των ειδικών, συγκλίνουν σε αναγκαία ισχύ της τάξης του ενός GW για το 2025. Αυτό σημαίνει ότι η διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης νέων μονάδων αντλησιοταμίευσης αυτής της συνολικής ισχύος θα πρέπει να αρχίσει άμεσα, αφού ο χρόνος έως την ένταξη και λειτουργία τέτοιων μεγάλων επενδύσεων υπερβαίνει τη δεκαετία. Καθορισμός από ΡΑΕ-ΑΔΜΗΕ.
- ΣΤ2. Σύσταση μιας μόνιμης διεπιστημονικής πλατφόρμας από εμπειρογνώμονες ειδικευμένους σε θέματα ΑΗΕ, με στόχο τη διαρκή παρακολούθηση και ενημέρωση της πολιτείας για τις σχετικές τεχνολογικές και ρυθμιστικές εξελίξεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση και διεθνώς, καθώς και τον προσδιορισμό των εκάστοτε ζητημάτων και περιοχών προς μελέτη και διερεύνηση. Σύσταση από ΡΑΕ-ΥΠΕΚΑ, μετά από σχετική προκήρυξη.
- ΣΤ3. Ειδικά για τα μεγάλα νησιά (Κρήτη, Λέσβος, Ρόδος κλπ.), για τα οποία υπάρχει προοπτική άμεσης έναρξης επενδύσεων σε υβριδικούς σταθμούς παραγωγής, απαιτούνται νέες μελέτες για επανεκτίμηση και επανακαθορισμό κατά περίπτωση του επιθυμητού στόχου και του μέγιστου πλαφόν

εγκατεστημένης ισχύος και χωρητικότητας ΥΣ με αντλησιοταμίευση, καθώς και για τη διερεύνηση του πλαισίου λειτουργίας τους μετά από ενδεχόμενη διασύνδεση με το ηπειρωτικό δίκτυο. Από τη ΡΑΕ, με τη βοήθεια εξωτερικών εξειδικευμένων επιστημόνων.

Επόμενες ενέργειες:

- ΣΤ4. Εμπειριστατωμένες μελέτες για την εκτίμηση και τον στρατηγικό σχεδιασμό της μελλοντικής ανάπτυξης του ελληνικού ηλεκτρικού συστήματος, για την περίοδο 2020 έως 2050 (55%), με βάση τα τελευταία διαθέσιμα εθνικά και διεθνή δεδομένα. Από ΡΑΕ-ΑΔΜΗΕ και ΥΠΕΚΑ, με τη βοήθεια εξωτερικών εξειδικευμένων συμβούλων.
- ΣΤ5. Εμπειριστατωμένες μελέτες για εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών για αποθήκευση ενέργειας σε κλίμακα Συστήματος (74%), με συνυπολογισμό των μελλοντικών τεχνο-οικονομικών εξελίξεων. Από τη ΡΑΕ και τους διαχειριστές του ελληνικού συστήματος (ΑΔΜΗΕ, ΔΕΔΔΗΕ, ΛΑΓΗΕ), αλλά και από ιδιωτικούς φορείς, σε συνεργασία με εξειδικευμένους συμβούλους.
- ΣΤ6. Μελέτη ανάπτυξης δικτύων μεταφοράς, λαμβάνοντας υπόψη και τη μελλοντική λειτουργία μεγάλων ΑΥΗΣ στο σύστημα, προκειμένου να αντιμετωπισθούν εγκαίρως ζητήματα βέλτιστης χωροθέτησης και διασύνδεσής τους (ΑΔΜΗΕ).
- ΣΤ7. Μελέτες για τις επιπτώσεις στη διαχείριση της κυμαινόμενης παραγωγής ΑΠΕ των μελλοντικών νέων διασυνδέσεων ή ενισχύσεων των υπαρχόντων με τις γειτονικές χώρες (ΑΔΜΗΕ).
- ΣΤ8. Μελέτες εκτίμησης μελλοντικών εξελίξεων και αναγκών αποθήκευσης στα άλλα επίπεδα λειτουργίας του συστήματος: παραγωγή και διανομή-κατανάλωση (π.χ. ηλεκτρικό αυτοκίνητο), από τη ΡΑΕ-ΑΔΜΗΕ-ΔΕΔΔΗΕ, σε συνεργασία με εξωτερικούς εξειδικευμένους συμβούλους.

Εμπόδιο Ζ: Έλλειψη έργων επίδειξης

Ακόμη και για την ώριμη τεχνολογία της αντλησιοταμίευσης, η λειτουργία τέτοιων μονάδων με κύριο στόχο την αποθήκευση περίσσειας παραγωγής από κυμαινόμενες πηγές ΑΠΕ δεν έχει ακόμη αξιολογηθεί επαρκώς διεθνώς, αναφορικά με τα ενεργειακά και οικονομικά τους αποτελέσματα. Η έλλειψη πραγματικών πιλοτικών δεδομένων δεν διευκολύνει τον σχεδιασμό τέτοιων έργων και την ανάπτυξη της τεχνολογίας αποθήκευσης με αντλησιοταμίευση στην Ελλάδα.

Άμεσες ενέργειες:

- Z1. Επιτάχυνση των διαδικασιών για ολοκλήρωση και έναρξη λειτουργίας του υβριδικού σταθμού Ικαρίας (ΔΕΗ Ανανεώσιμες – ΥΠΕΚΑ), που βρίσκεται πλέον στο τελικό στάδιο κατασκευής. Η λειτουργία του πρωτοποριακού σε παγκόσμιο επίπεδο υβριδικού σταθμού της Ικαρίας θα δώσει ώθηση στην υλοποίηση πολλών υβριδικών σταθμών σε άλλα νησιά. Παράλληλα, θα

συγκεντρώσει το παγκόσμιο επιστημονικό και ερευνητικό ενδιαφέρον στη χώρα μας, καθώς θα αποτελέσει το πρώτο πιλοτικό έργο αυτής της κλίμακας (ένα ανάλογο έργο βρίσκεται επίσης στην τελική φάση στα Κανάρια νησιά).

Επόμενες ενέργειες:

Z2. Αξιοποίηση των υπάρχοντων αναστρέψιμων υδροηλεκτρικών σταθμών της ΔΕΗ (53%). Οι μονάδες αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πιλοτικά κατά τα προσεχή χρόνια για την απορρόφηση των απορρίψεων ΑΠΕ, όταν αυτές αρχίσουν να εμφανίζονται, έως ότου κατασκευασθούν και τεθούν σε λειτουργία (περί το 2025) νέες μονάδες αντλησιοταμίευσης, κατά τα πρότυπα του νέου ρυθμιστικού πλαισίου. Για τον σκοπό αυτόν θα απαιτηθούν ενδεχομένως τροποποιήσεις στους υπάρχοντες σταθμούς (π.χ. αντλίες μεταβλητών στροφών) ή και ειδική πρόβλεψη αδειοδότησης στο νέο θεσμικό πλαίσιο. Η μελέτη-κατασκευή μπορεί να αναληφθεί από τη ΔΕΗ, μετά από έγκριση της ΡΑΕ και του ΑΔΜΗΕ.

Εμπόδιο Η: Βέλτιστη χωροθέτηση νέων μονάδων ΑΗΕ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πρόσφατων μελετών, η πλέον ενδεδειγμένη χωροθέτηση των νέων ΑΥΗΣ από πλευράς κόστους επένδυσης και ευκολίας κατασκευής είναι σε υδροηλεκτρικά έργα εν σειρά και μεμονωμένα, όπου υπάρχουν δύο ή τουλάχιστον ένας μεγάλος ταμιευτήρας. Όμως, η βέλτιστη αξιοποίηση της αποθήκευσης ενέργειας για το Σύστημα ενδέχεται να θέτει κάποιους περιορισμούς ή προτεραιότητες σε ορισμένες θέσεις. Επίσης, σε κάποιες περιπτώσεις ενδέχεται να απαιτείται η διαμόρφωση νέων μεγάλων ταμιευτήρων.

Για τους λόγους αυτούς, η διαδικασία αδειοδότησης είναι σκόπιμο να κινηθεί στο πλαίσιο ενός γενικότερου εθνικού σχεδιασμού, προκειμένου να εξασφαλισθεί το μέγιστο δυνατό όφελος για το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα, αλλά και να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα πρόκλησης αντιδράσεων των τοπικών κοινωνιών, η οποία θα μπορούσε να καθυστερήσει ή και να ακυρώσει τέτοια έργα.

Άμεσες ενέργειες:

H1. Εκπόνηση στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων από το ΥΠΕΚΑ για έργα μεγάλης κλίμακας αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με αντλησιοταμίευση στην Ελλάδα.

H2. Καθορισμός και επιλογή σε εθνικό επίπεδο (από ΡΑΕ-ΑΔΜΗΕ και ΥΠΕΚΑ) συγκεκριμένων περιοχών και σημείων (π.χ. υδροηλεκτρικοί σταθμοί), όπου μπορεί να επιτρέπεται η εγκατάσταση και λειτουργία μεγάλων ΑΥΗΣ, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και περιορισμούς, τις ανάγκες του δικτύου, το κεφαλαιακό κόστος της επένδυσης, τυχόν παράλληλα οφέλη, ενδεχόμενες αντιδράσεις κλπ.

Επόμενες ενέργειες:

- H3. Διερεύνηση των δυνατοτήτων διασυνοριακής μεταφοράς και αποθήκευσης πλεονάζουσας παραγωγής ενέργειας γειτονικών χωρών, και των πιθανών επιπτώσεων στον σχεδιασμό των δικτύων και στη βέλτιστη χωροθέτηση μεγάλων ΑΥΗΣ. Η διερεύνηση αυτή μπορεί να εκπονηθεί από τη ΡΑΕ και τους διαχειριστές του δικτύου, με τη βοήθεια εξειδικευμένων επιστημόνων.

Εμπόδιο Θ: Υποτίμηση του ρόλου εναλλακτικών μεθόδων και τεχνολογιών αποθήκευσης

Η τεχνολογία αποθήκευσης ενέργειας που εξετάζεται για το ελληνικό σύστημα είναι η αντλησιοταμίευση, λόγω της υπάρχουσας υποδομής και εμπειρίας από τη λειτουργία των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών της ΔΕΗ, αλλά και της ευνοϊκής τοπογραφίας για εγκατάσταση τέτοιων μονάδων. Όμως, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης στο πλαίσιο του έργου StoRE, αλλά και από άλλες επιστημονικές διερευνήσεις, η τεχνολογία της αντλησιοταμίευσης δεν είναι σε θέση να απορροφήσει όλη την πλεονάζουσα παραγωγή ΑΠΕ σε συνθήκες πολύ υψηλής συμμετοχής ΑΠΕ, κυρίως λόγω περιορισμών χωρητικότητας. Για παράδειγμα, σε μελλοντικό σύστημα με 80% διείσδυση ΑΠΕ, ένα εκτεταμένο σύστημα αντλησιοταμίευσης ισχύος 5 GW και με σχετικά μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα 12 ωρών (χωρητικότητα 60 GWh), θα μπορεί να απορροφήσει μόνο το 65-70% της πλεονάζουσας παραγωγής ΑΠΕ. Επιπλέον, οι μονάδες αυτές έχουν ενεργειακό κύκλο αποθήκευσης-παραγωγής μίας έως λίγων ημερών και δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε ανάγκες μακρόχρονης αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Άμεσες ενέργειες:

- Θ1. Διερεύνηση εφικτών τροποποιήσεων του συμβατικού προγραμματισμού ένταξης και παραγωγής των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών, με στόχο την υποστήριξη μεγάλης διείσδυσης κυμαινόμενης παραγωγής ΑΠΕ. Από τη ΔΕΗ και τον ΑΔΜΗΕ, με τη σύμπραξη εξωτερικών εξειδικευμένων συμβούλων.

Επόμενες ενέργειες:

- Θ2. Διερεύνηση και εκτίμηση αναγκών μελλοντικής ανάπτυξης εναλλακτικών τεχνολογιών ΑΗΕ μεγάλης κλίμακας (εκτός της αντλησιοταμίευσης) (49%). Χρηματοδότηση ερευνητικών και πιλοτικών έργων από ΓΓΕΤ, ΥΠΕΚΑ-ΡΑΕ για την εφαρμογή των τεχνολογιών αποθήκευσης υδρογόνου ή μεθανίου (power to gas), σε συνδυασμό με πλεονάζουσα παραγωγή ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να εξασφαλίσουν μακροχρόνια αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Θ3. Διερεύνηση/ανάπτυξη εναλλακτικών στρατηγικών/τεχνολογιών για επίτευξη ευελιξίας του Συστήματος (43%). Μελέτες ανάπτυξης έξυπνων δικτύων και τεχνικών διαχείρισης ζήτησης, καθώς και κατανεμημένης παραγωγής, και εκτίμηση των δυνατοτήτων των νέων αυτών τεχνολογιών για επίτευξη της αναγκαίας ευελιξίας του συστήματος σε συνθήκες πολύ υψηλής παραγωγής ΑΠΕ (π.χ. έξυπνοι μετρητές, ηλεκτρικά αυτοκίνητα). Μελέτες από ΡΑΕ και διαχειριστές του συστήματος, με τη βοήθεια εξειδικευμένων επιστημόνων.

5

Αποτελέσματα αντίστοιχων μελετών των εταίρων του stoRE

Στο πλαίσιο του Έργου StoRE διενεργήθηκαν ανάλογες μελέτες και διερευνήσεις από όλους τους εταίρους του έργου για τις χώρες που εκπροσωπούνται σε αυτό. Οι προτάσεις τους για τις δράσεις στήριξης της ανάπτυξης αποθήκευσης ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο παρουσιάζουν αρκετά κοινά σημεία, αλλά και σημαντικές διαφοροποιήσεις, που οφείλονται στις ιδιαιτερότητες κάθε Συστήματος. Τα κύρια αποτελέσματά τους συνοψίζονται παρακάτω:

A. Κόστος και βιωσιμότητα επενδύσεων

Το υψηλό κεφαλαιακό κόστος, η μεγάλη περίοδος αποπληρωμής και το αυξημένο επενδυτικό ρίσκο θεωρείται σχεδόν σε όλες τις χώρες ως το μεγαλύτερο εμπόδιο υλοποίησης επενδύσεων για έργα ΑΗΕ μεγάλης κλίμακας. Διαπιστώνεται μεγάλη εξάρτηση του κόστους από την τοπογραφία, που προκαλεί σημαντικό κατασκευαστικό ρίσκο, καθώς επίσης και υψηλή αβεβαιότητα στην εξέλιξη των αγορών και αστάθεια των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμη, υπάρχουν αβεβαιότητες στην οδηγία-πλαίσιο για τα ύδατα και τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας, καθώς και για άλλες λειτουργίες διαχείρισης και οικολογικής χρήσης (π.χ. ιχθυόσκαλες κλπ.), οι οποίες προκαλούν περαιτέρω επιβάρυνση του κόστους.

Παρόλο που επισημαίνεται ως σοβαρό πρόβλημα η έλλειψη σχετικών κινήτρων (ανάλογων με αυτά που υπάρχουν για άλλες ΑΠΕ), δεν προκρίνεται σε καμία χώρα η επιδότηση ή ρύθμιση τιμολογίων (π.χ. feed-in-tariffs), προκειμένου να αποτραπούν περαιτέρω στρεβλώσεις στην αγορά. Στην κεντρική Ευρώπη (Αυστρία και Γερμανία) θεωρείται ως άμεση προτεραιότητα η (σχεδιαζόμενη σε επίπεδο ΕΕ) εναρμόνιση των αγορών εξισορρόπησης και αποκλίσεων, η οποία θα δημιουργήσει νέα διασυνοριακά οφέλη και έσοδα, που θα στηρίξουν την οικονομική βιωσιμότητα των μονάδων ΑΗΕ. Σήμερα δεν υπάρχει ενιαία αξιολόγηση των υπηρεσιών της αποθήκευσης και διατυπώνονται διαφορετικές απόψεις σχετικά με τη διασυνοριακή παροχή επικουρικών υπηρεσιών.

Επίσης, στις περισσότερες χώρες προτείνεται η επιδίωξη πρόσθετων εσόδων από τη συμμετοχή των μονάδων στις εγχώριες αγορές επικουρικών υπηρεσιών και αποκλίσεων, καθώς και έσοδα από τη διαθεσιμότητα ισχύος.

Στη Δανία, το μεγαλύτερο οικονομικό εμπόδιο για την ανάπτυξη της αποθήκευσης σήμερα αποτελεί η χαμηλή διακύμανση της τιμής ηλεκτρικής ενέργειας, που μειώνει το περιθώριο κέρδους των μονάδων ΑΗΕ. Οι ανάγκες για αποθήκευση όμως

αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον με την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ κυμαινόμενης παραγωγής (κυρίως αιολικών) στο Σύστημα.

Σημαντικό εμπόδιο για τη βιωσιμότητα των μονάδων ΑΗΕ θεωρούνται επίσης στην Αυστρία και την Ιρλανδία οι διπλές χρεώσεις χρήσης του δικτύου μεταφοράς, τόσο για την απορρόφηση όσο και για την παραγωγή ενέργειας. Στη Γερμανία, όπως και στην Ελβετία, η λειτουργία της άντλησης απαλλάσσεται.

Επίσης, διαπιστώνεται η ανάγκη διατύπωσης με σαφήνεια της πολιτικής υποστήριξης των έργων αποθήκευσης, και των σχετικών οδηγιών και περιορισμών στον σχεδιασμό και υλοποίησή τους, ώστε να ενισχυθεί η επενδυτική ασφάλεια.

B. Εκτίμηση μελλοντικών αναγκών

Η έλλειψη αξιόπιστων εκτιμήσεων για τις μελλοντικές ανάγκες αποθήκευσης σε κλίμακα δικτύου, αποτελεί σε ορισμένες χώρες (όπως η Ιρλανδία και η Δανία) σημαντικό εμπόδιο για την ανάπτυξη ΑΗΕ, ενώ στις υπόλοιπες αντιμετωπίζεται ως πρόκληση για τον βέλτιστο ενεργειακό σχεδιασμό τους.

Σε όλες τις χώρες οι προτεινόμενες δράσεις περιλαμβάνουν την ανάθεση μελετών για την εκτίμηση των βέλτιστων τιμών ισχύος αποθήκευσης και χωρητικότητας (για μακροπρόθεσμη αποθήκευση), καθώς και της κατάλληλης χρονικής κλίμακας των σχετικών επενδύσεων, σε συνδυασμό με μελέτες για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης του συστήματος και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Στη Γερμανία επισημαίνεται η έλλειψη καθαρού και επίσημου στόχου για τις ανάγκες επέκτασης της αποθήκευσης και η έλλειψη σχετικών μελετών. Θεωρείται ως άμεση προτεραιότητα η κατ' αρχήν εκτίμηση των ελάχιστων απαιτήσεων από ομάδα ειδικών, ανεξαρτήτως τεχνολογίας ΑΗΕ. Η τελευταία θα αποφασίζεται με βάση τις ιδιαίτερες τεχνοοικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές παραμέτρους σε κάθε συγκεκριμένη θέση.

Στην Ιρλανδία διαπιστώνεται μεγάλη αλληλεξάρτηση μεταξύ ΑΗΕ και ανάπτυξης του Συστήματος, καθώς και ότι δεν είναι δυνατός ο σχεδιασμός της ανάπτυξης αποθήκευσης στον ίδιο βαθμό ανεξαρτησίας όπως με τις ΑΠΕ, την πυρηνική ενέργεια κλπ. Οι αποφάσεις για επένδυση εξαρτώνται από υπερ-δίκτυα μεταφοράς μεγάλης κλίμακας ΑΠΕ από τη Βόρεια Θάλασσα και τη Βόρεια Αφρική, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη κατανεμημένων/τοπικών ΑΠΕ, και εναλλακτικών μεθόδων ευελιξίας του Συστήματος. Έτσι, προτείνεται η ανάπτυξη ενός επιδεικτικού υπολογιστικού μοντέλου λειτουργίας της αγοράς, προκειμένου να φανούν και να ποσοτικοποιηθούν τα οφέλη της αποθήκευσης, για διάφορα σενάρια ανάπτυξης του Συστήματος.

Στην Ισπανία, αντιθέτως, λειτουργούν ήδη πολλές μεγάλες μονάδες αποθήκευσης με αντλησιοταμίευση και υπάρχει σχετικό κανονιστικό πλαίσιο για τη συμμετοχή τους στο σύστημα, χωρίς ιδιαίτερες προνομιακές ρυθμίσεις. Έτσι, παρά τη μεγάλη διεύθυνση ΑΠΕ, η απαιτούμενη ευελιξία του ηλεκτρικού συστήματος θεωρείται

εξασφαλισμένη για τα επόμενα χρόνια, και εξετάζονται οι δυνατότητες περαιτέρω ενίσχυσής της αρκετά μετά το 2020, με συνδυασμό συμβατικής παραγωγής (CCGT, άνθρακας), ΑΠΕ και αποθήκευσης.

Η Αυστρία τέλος, χάρις στην ευνοϊκή τοπογραφία, διαθέτει ήδη πολύ μεγάλη εγκατεστημένη ισχύ ΑΥΗΣ (7,8 GW), με μέγιστη χωρητικότητα περίπου 3 TWh, και δεν υπάρχει σαφής επίσημος στόχος για επέκταση της αποθήκευσης στο άμεσο μέλλον.

Γ. Αδειοδότηση

Η περαιτέρω ανάπτυξη μεγάλων συμπληρωματικών μονάδων ΑΗΕ είναι δύσκολη, εξ αιτίας της χρονοβόρου και δαπανηρής διαδικασίας αδειοδότησης, που αποτελεί κοινό εμπόδιο για όλες τις χώρες.

Σημαντικό εμπόδιο αποτελεί επίσης σε όλες τις χώρες η επιφυλακτική στάση της κοινωνίας και οι αντιδράσεις των τοπικών κοινοτήτων για νέα μεγάλα έργα αντλησιοταμίευσης, λόγω των ενδεχόμενων αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και στους υδάτινους πόρους, που μπορεί να καθυστερήσουν ή να ματαιώσουν την αδειοδότηση. Στην Αυστρία υπάρχουν έως και σήμερα αντιδράσεις, επειδή εισάγεται και αποθηκεύεται παραγωγή από πυρηνικούς σταθμούς του εξωτερικού.

Οι προτεινόμενες δράσεις περιλαμβάνουν εκστρατείες ενημέρωσης της κοινής γνώμης για τη χρησιμότητα και τα οφέλη της αποθήκευσης ενέργειας, καθώς και για τον καθοριστικό ρόλο που καλείται να παίξει στη επιδιωκόμενη πολύ υψηλή διείσδυση των ΑΠΕ και τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Στην Ιρλανδία διαπιστώνεται η δυσκολία εξεύρεσης και επιλογής θέσεων για εγκατάσταση νέων ΑΥΗΣ και προτείνεται η διεξαγωγή Στρατηγικής Εκτίμησης Περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων, καθώς και η δημιουργία εθνικών κατευθυντήριων οδηγιών και κανόνων, ώστε να αποφευχθούν δαπανηρά λάθη στον σχεδιασμό νέων μονάδων.

Στη Γερμανία και Αυστρία προτείνεται η υποχρεωτική συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων από τα πρώτα στάδια μελετών των έργων, ώστε να προληφθεί κατά το δυνατό η πρόκληση αντιθέσεων, καθώς και η λεπτομερής περιγραφή και θεσμοθέτηση της διαδικασίας διευθέτησης συγκρούσεων.

Στην Ισπανία προτείνεται η δημιουργία ενός εθνικού σχεδίου ανάπτυξης των ΑΠΕ, που θα συμπεριλαμβάνει την ΑΗΕ και τις υποδομές του συστήματος.

Η πρόσφατη οδηγία 347/2013 της ΕΕ, που αφορά σε έργα κοινού ενδιαφέροντος (Projects of Common Interest), εκδόθηκε με σκοπό τα έργα που θα ενταχθούν να τεθούν υπό ειδικό καθεστώς ταχύτερης διαδικασίας αδειοδότησης (<3,5 έτη). Στα προτεινόμενα έργα περιλαμβάνονται αρκετοί ΑΥΗΣ: 3 στην Αυστρία και από ένας σε Ελλάδα, Γερμανία, Ιρλανδία, Βουλγαρία, Ιταλία, Πολωνία, Λιθουανία.

Δ. Ρόλος της ΑΗΕ και εναλλακτικές προτάσεις

Σημαντικό εμπόδιο στην ανάπτυξη της ΑΗΕ αποτελεί στις περισσότερες χώρες η έλλειψη σαφούς καθορισμού του ρόλου της αποθήκευσης, αλλά και της ανταγωνιστικότητάς της με άλλες τεχνολογίες και εναλλακτικές μεθόδους ευελιξίας των μελλοντικών συστημάτων. Αρκετοί εμπειρογνώμονες θεωρούν ότι υπάρχουν διάφοροι τρόποι επίτευξης ευελιξίας και υψηλής διείσδυσης ΑΠΕ, ορισμένοι εκ των οποίων μπορεί να κοστίζουν λιγότερο από την αποθήκευση ενέργειας.

Η περιορισμένη μεταφορική ικανότητα των δικτύων είναι υπαρκτό πρόβλημα σήμερα, όμως στις περισσότερες χώρες δεν θεωρείται σημαντικό εμπόδιο για την ανάπτυξη ΑΗΕ στο μέλλον, καθώς έχουν σχεδιαστεί και δρομολογηθεί οι αναγκαίες επεκτάσεις και ήδη αρκετές υλοποιούνται. Στη Γερμανία υπολογίζουν ότι η περίσσεια κυμαινόμενης παραγωγής ΑΠΕ για συμμετοχή της έως και 80% μπορεί μετά την ενίσχυση των διασυνδέσεων να αποθηκεύεται στην Αυστρία, χωρίς να χρειαστούν νέες μονάδες ΑΗΕ (πλέον αυτών που ήδη σχεδιάζονται). Επίσης, στην Ιρλανδία αρκετοί ειδικοί αντιμετωπίζουν το εθνικό ηλεκτρικό σύστημα ως μέρος ενός ευρύτερου δικτύου μαζί με αυτό της Μ. Βρετανίας, με τη Σκωτία να συμμετέχει κυρίως για αποθήκευση ενέργειας και την Ιρλανδία για παραγωγή από ΑΠΕ.

Στην Αυστρία και τη Γερμανία προτείνεται η παράλληλη ανάπτυξη εναλλακτικών στρατηγικών/τεχνολογιών για επίτευξη ευελιξίας του Συστήματος. Απαιτούνται όμως μελέτες ανάπτυξης και εφαρμογής έξυπνων δικτύων και τεχνικών διαχείρισης ζήτησης, καθώς και κατανομημένης παραγωγής, και εκτίμηση των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης των νέων αυτών τεχνολογιών για επίτευξη της αναγκαίας ευελιξίας του συστήματος σε συνθήκες πολύ υψηλής παραγωγής ΑΠΕ (π.χ. έξυπνοι μετρητές, ηλεκτρικά αυτοκίνητα κλπ).

Η Δανία έχει σήμερα τη μεγαλύτερη συμμετοχή ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή της από όλους του εταίρους του StoRE, και διαθέτει τον πλέον φιλόδοξο στόχο για παραγωγή του 100% της ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας από ΑΠΕ έως το 2050. Λόγω της επίπεδης τοπογραφίας, η αποθήκευση ενέργειας εξετάζεται μόνο αναφορικά με την ανάπτυξη μονάδων συμπιεσμένου αέρα (CAES), σε συνδυασμό με χρήση αντλησιοταμίευσης στη γειτονική Νορβηγία. Μάλιστα, η τελευταία θεωρείται σήμερα ως η πιο αποτελεσματική και οικονομική επιλογή για τη Δανία.

Επιπλέον, στην αναγκαιότητα ανάπτυξης μονάδων ΑΗΕ στην περιοχή αυτή αντιτίθενται ορισμένοι εμπειρογνώμονες, οι οποίοι θεωρούν ότι η τεράστια χωρητικότητα των ταμιευτήρων των υδροηλεκτρικών έργων της Νορβηγίας μπορεί να υποστηρίξει μια πολύ υψηλή διείσδυση της αιολικής παραγωγής της Δανίας χωρίς αξιόλογες απορρίψεις και επομένως, χωρίς ανάγκη αποθήκευσης ενέργειας.

Η αντίθετη άποψη θεωρεί ότι η Δανία πρέπει να γίνει περισσότερο αυτόνομη ενεργειακά και να μην βασίζεται μόνο στη Νορβηγία για την αξιοποίηση της αιολικής της παραγωγής, επειδή το ίδιο θα κάνουν και άλλες χώρες, και κυρίως η Γερμανία. Έτσι προτείνεται η χορήγηση κινήτρων για την ανάπτυξη συστημάτων CAES, με δημιουργία αγοράς διαθεσιμότητας ισχύος και μείωση του φόρου για την

ενέργεια που αποθηκεύουν οι μονάδες αυτές, σε συνδυασμό με ανάπτυξη αποτελεσματικών τεχνικών διαχείρισης της ζήτησης.

Τέλος, στις περισσότερες χώρες θεωρείται ως αναγκαία δράση η ανάλυση διαφόρων πιθανών μελλοντικών σεναρίων εξέλιξης του εθνικού τους συστήματος και της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, από διεπιστημονική ομάδα εμπειρογνομόνων, στα οποία η ΑΗΕ πρέπει να εξετασθεί σε σχέση με διάφορες άλλες δυνατότητες για βελτίωση της ευελιξίας.

E. Επιλογή τεχνολογίας ΑΗΕ

Σε αρκετές χώρες τα εμπόδια στην περαιτέρω ανάπτυξη της ΑΗΕ που εξετάζονται, αφορούν κυρίως τις νέες εναλλακτικές τεχνολογίες αποθήκευσης (μπαταρίες, υδρογόνο και φυσικό αέριο, θερμική αποθήκευση κλπ.) και τη δυσκολία τους να εισέλθουν στην αγορά λόγω χαμηλής ανταγωνιστικότητας.

Στην Ισπανία, Ιρλανδία και Γερμανία, αρκετοί ειδικοί θεωρούν ότι απαιτείται κρατική υποστήριξη προκειμένου να αναπτυχθούν και να γίνουν ανταγωνιστικές και άλλες τεχνολογίες ΑΗΕ στο μέλλον. Ζητούμενο είναι η διατύπωση ενός γενικότερου ορισμού της αποθήκευσης ενέργειας στο ρυθμιστικό πλαίσιο, προκειμένου να μπορούν να ενταχθούν όλες οι τεχνολογίες ΑΗΕ, διαφόρων μεγεθών και εφαρμογών, και σε όλα τα επίπεδα του Συστήματος (παραγωγή, μεταφορά, διανομή και κατανάλωση).

Για τον λόγο αυτόν προτείνεται η διενέργεια μελετών διαφόρων μελλοντικών ενεργειακών σεναρίων, με συνυπολογισμό παραμέτρων, όπως το αποτύπωμα άνθρακα, οι κοινωνικές επιπτώσεις κλπ. των διαφόρων νέων εναλλακτικών τεχνολογιών ΑΗΕ.

Στην Ισπανία προτείνεται επίσης η διενέργεια ερευνητικών προγραμμάτων για την ανάπτυξη των λιγότερο ώριμων τεχνολογιών, καθώς και έργων επίδειξης, η υλοποίηση των οποίων εμποδίζεται σήμερα από διάφορες διοικητικές και κανονιστικές ρυθμίσεις, με στόχο μια ολιστική θεώρηση των οικονομικών πόρων του συστήματος και βελτιστοποίηση της αξιοποίησής τους. Προτείνεται ακόμη η δημιουργία μιας διεπιστημονικής και διακλαδικής ομάδας εμπειρογνομόνων, ειδικών σε θέματα αποθήκευσης ενέργειας.

Τέλος, στη Δανία προτείνεται η διερεύνηση της παράλληλης ανάπτυξης ενός εναλλακτικού δικτύου αποθήκευσης αλλά και μεταφοράς ενέργειας, με βάση την τεχνολογία χημικής αποθήκευσης αερίου καυσίμου (power to gas).

6

Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη συστημάτων ΑΗΕ στην Ελλάδα, όπως και στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης, θεωρείται βασική στρατηγική επιλογή και προτεραιότητα προκειμένου να υποστηριχθεί ο επιδιωκόμενος μετασχηματισμός των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να βασίζονται κυρίως στις ΑΠΕ, αντί για τα ορυκτά καύσιμα.

Η υλοποίηση όμως αυτής της επιλογής συναντά σοβαρά εμπόδια, τα οποία πρέπει να αντιμετωπισθούν άμεσα, δεδομένης της μεγάλης χρονικής διάρκειας που απαιτείται για την υλοποίηση μεγάλων έργων ΑΗΕ, ακόμη και ώριμης τεχνολογίας, όπως η αντλησιοταμίευση στην Ελλάδα.

Οι πρόσφατες προτάσεις της ΡΑΕ για τη δημιουργία ειδικού ρυθμιστικού πλαισίου αδειοδότησης, λειτουργίας και τιμολόγησης ΑΥΗΣ, αποτελούν μια πρώτη σημαντική δράση στήριξης της ανάπτυξης ΑΗΕ, και φαίνεται ότι αντικατοπτρίζουν και συμβιβάζουν τις απόψεις των εμπλεκόμενων φορέων.

Ωστόσο, προβλήματα όπως το υψηλό κεφαλαιακό κόστος και οικονομικό ρίσκο, σε συνδυασμό με έλλειψη κινήτρων για σχετικές επενδύσεις, η ελλιπής ενημέρωση της κοινωνίας αλλά και των αρμόδιων φορέων για την αναγκαιότητα και τα οφέλη της ΑΗΕ, οι ανεπάρκειες και στρεβλώσεις της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, και η χρονοβόρος διαδικασία αδειοδότησης, παραμένουν προς επίλυση.

Επιπλέον, σε όλες τις χώρες που συμμετέχουν στο Έργο, διαπιστώνεται η ανάγκη διενέργειας και διαρκούς αναπροσαρμογής εμπειριστατωμένων μελετών της μελλοντικής εξέλιξης και διαμόρφωσης των Συστημάτων τους, καθώς και αξιόπιστων εκτιμήσεων των αναγκών αποθήκευσης ενέργειας και ευελιξίας. Στο πλαίσιο της μεγιστοποίησης της διείσδυσης ΑΠΕ υπάρχουν κι άλλα σημαντικά ζητήματα προς διερεύνηση, όπως η ανάπτυξη και εισαγωγή νέων εναλλακτικών τεχνολογιών ΑΗΕ (πλέον των ΑΥΗΣ) σε όλα τα επίπεδα του Συστήματος και η προοδευτική ενσωμάτωση άλλων εξελισσόμενων συστημάτων και τεχνολογιών για αύξηση της ευελιξίας του.

Στο πλαίσιο του ερευνητικού Έργου StoRE, με βάση τα αποτελέσματα της δημόσιας διαβούλευσης που διενεργήθηκε, προτείνεται η δρομολόγηση συγκεκριμένων δράσεων, άμεσων και μεσοπρόθεσμων, από τους αντίστοιχους αρμόδιους φορείς της Πολιτείας, ώστε να αντιμετωπισθούν έγκαιρα τα εμπόδια ανάπτυξης της ΑΗΕ στο εθνικό ηλεκτρικό σύστημα και να μην επηρεασθεί αρνητικά ο εθνικός ενεργειακός σχεδιασμός για τις επόμενες δεκαετίες.

Οι προτάσεις αυτές θα τεθούν υπόψη των αρμόδιων στελεχών στους φορείς λήψης αποφάσεων της Πολιτείας, με επιδίωξη την κατάρτιση ενός καταλόγου ιεραρχημένων δράσεων και συγκεκριμένου χρονοδιαγράμματος υλοποίησής τους, στο πλαίσιο ενός αποτελεσματικού εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού, με βέλτιστη αξιοποίηση των φυσικών πόρων της Χώρας και ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- [1] Ι. Αναγνωστόπουλος και Δ. Παπαντώνης, “Εκτίμηση μελλοντικών αναγκών αποθήκευσης ενέργειας στο ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας”, Τεχνική Έκθεση ερευνητικού Έργου StoRE (www.store-project.eu/en_GB/consultation-greece/).
- [2] Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός – Οδικός Χάρτης για το 2050, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Μάρτιος 2012 (<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=rTTnMWI1RCc%3D>)
- [3] Μπουλαξής Ν., “Η Διείσδυση των ΑΠΕ στο Ηλεκτρικό Δίκτυο και οι Εθνικοί Στόχοι για το 2020”, 2η Επιστημονική Συνάντηση του Energy Institute of Southeast Europe (IENE), Αθήνα, 24 Νοεμβρίου 2009.
- [4] Διαλυνάς Ε., Παπαντώνης Δ., Παπαθανασίου Σ., “Μελέτη των επιπτώσεων στη λειτουργία του ελληνικού συστήματος από την αιολική διείσδυση 5 έως 8 GW μέχρι το έτος 2025: Προϋποθέσεις και εκτίμηση του κόστους ομαλής ένταξής τους”, Τελική Έκθεση για τη ΡΑΕ, ΕΜΠ, 2011.
- [5] Anagnostopoulos J. and Papantonis D., “Study of pumped storage schemes to support high RES penetration in the electric power system of Greece”, Energy, vol. 45, pp. 416-423, 2012.
- [6] Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, “Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης”, Απρίλιος 2012 (www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=ayq57aIx1P4%3D)
- [7] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, “Τελικές προτάσεις της ΡΑΕ για την αναδιοργάνωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας”, Δεκέμβριος 2012 (www.rae.gr/site/categories_new/aboutrae/factsheets/general/03122012_1.csp)
- [8] Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, “Μηνιαίο Δελτίο Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ”, Ιανουάριος 2014 (www.lagie.gr/systima-eggyimenon-timon/ape-sithya/miniaia-deltia-aidikoy-logariasmoy-ape-sithya/)
- [9] Νόμος 3468/2006, Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις, ΦΕΚ 129, 27-6-2006.
- [10] Υπουργική Απόφαση ΥΑΠΕ/Φ1/14810. Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), ΦΕΚ 2374, 25-10-2011.
- [11] Παπαθανασίου Σ., Καραμάνου Ε., Παπαευθυμίου Σ., Παπασταμιούλος Κ., “Παραμετρική διερεύνηση της τιμολόγησης Υβριδικών Σταθμών σε μη-διασυνδεδεμένα νησιά”, Τεχνική Έκθεση για τη ΡΑΕ, ΕΜΠ, 2010.
- [12] Στ. Παπαθανασίου και Ε. Καραμάνου, “Διατύπωση και Προκαταρκτική Αξιολόγηση Εναλλακτικών Προτάσεων για τη Διαχείριση και Τιμολόγηση Σταθμών Αποθήκευσης στο Σύστημα”, Εκτεταμένη Περίληψη της Τελικής Έκθεσης για τη ΡΑΕ, ΕΠΙΣΕΥ-ΕΜΠ, Ιούνιος 2013 (<http://www.rae.gr/site/file/system/docs/misc1/20102011/18112013/fl>).
- [13] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, “Πρόταση της ΡΑΕ προς το ΥΠΕΚΑ για τη συμπλήρωση του Θεσμικού Πλαισίου Σχετικά με την Αδειοδότηση, Λειτουργία και Τιμολόγηση Αποθηκευτικών Σταθμών στο Σύστημα”, Νοέμβριος 2013 (http://www.rae.gr/site/categories_new/about_rae/factsheets/2013/major/18112013.csp)



UCC

Coláiste na hOllscoile Corcaigh, Éire
University College Cork, Ireland



Malachy Walsh and Partners
Engineering and Environmental Consultants

EMD International A/S

www.emd.dk



**HELMUT SCHMIDT
UNIVERSITÄT**

Universität der Bundeswehr Hamburg



CENER

**NATIONAL RENEWABLE
ENERGY CENTRE**



NTUA
National Technical
University of Athens



Η έκθεση αυτή αποτελεί παραδοτέο του ευρωπαϊκού Έργου “Facilitating energy storage to allow high penetration of intermittent renewable energy”, StoRE. Περισσότερα στοιχεία για τους εταίρους που συμμετέχουν στο Έργο, με τα παραπάνω λογότυπα, είναι διαθέσιμα στον ιστότοπο www.store-project.eu