



**ΓΕΝΙΚΟ ΠΡΟΞΕΝΕΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΣΤΟ ΝΤΥΣΣΕΛΝΤΟΡΦ  
ΓΡΑΦΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ**

Ντύσσελντορφ, 18 Φεβρουαρίου 2011

**Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας - Εξελίξεις στη γερμανική αγορά**

Οι επενδύσεις για εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στη Γερμανία θα ανέλθουν σε 25 έως 30 δις € έως το 2030, με βάση μελέτη της Boston Consulting Group, τα συμπεράσματα της οποίας δημοσιεύτηκαν σήμερα στον τύπο. Το ύψος των επενδύσεων παγκοσμίως θα ανέλθει σε 280 δις €, καθώς από το 2015 ως το 2020 το ετήσιο ποσό επενδύσεων θα ανέρχεται σε 6 δις €, ενώ από το 2020 και μετά σε ποσό άνω των 10 δις € ετησίως.

Η ανάπτυξη και εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση – μαζί με την ανάπτυξη των δικτύων μεταφοράς – για την απρόσκοπτη διάδοση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (δεδομένων των διακυμάνσεων της παραγόμενης ισχύος από ΑΠΕ). Οι ανάγκες σε συστήματα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν συνάρτηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, του χρησιμοποιούμενου ενεργειακού μείγματος, όπως επίσης και της έκτασης του δικτύου μεταφοράς και διανομής (όσο πιο ανεπτυγμένη η υποδομή του δικτύου, τόσο μικρότερες οι ανάγκες για αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας).

Με βάση τον ενεργειακό σχεδιασμό της γερμανικής κυβέρνησης, που παρουσιάστηκε τον Σεπτέμβριο 2010 και αφορά την ενεργειακή πολιτική της χώρας με χρονικό ορίζοντα το 2050, στόχος είναι το ποσοστό των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να φθάσει το 80%.

Αναφορικά με την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, ως πεδία προτεραιότητας αναγνωρίζονται:

- i. η περαιτέρω αξιοποίηση του δυναμικού της χώρας για εγκατάσταση υδροηλεκτρικών εργοστασίων αντλούμενου ύδατος (Pumpspeicherkraftwerke)
- ii. η αξιοποίηση του υδροηλεκτρικού δυναμικού των γειτονικών χωρών – και ιδίως της Νορβηγίας και των Άλπεων – μέσω της διασύνδεσης με αυτές
- iii. η εντατικοποίηση της έρευνας για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, ώστε να είναι ώριμες προς χρήση. Τέτοιες τεχνολογίες είναι οι συσσωρευτές πεπιεσμένου αέρα, οι συσσωρευτές υδρογόνου και οι συσσωρευτές, όπως οι μπαταρίες για ηλεκτροκίνητα οχήματα.

**ΜΕΣΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

<b>ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>
Δυναμική ενέργεια <ul style="list-style-type: none"><li>• Υδροηλεκτρικά εργοστάσια αντλούμενου ύδατος</li><li>• Συσσωρευτές πεπιεσμένου αέρα</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Συσσωρευτές υδρογόνου</li><li>• Μπαταρίες συσσωρευτές</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Πυκνωτές (Super Caps)</li><li>• SMEs (Superconducting magnetic energy storage)</li></ul>
Κινητική ενέργεια <ul style="list-style-type: none"><li>• Redox Flow Batterie</li></ul>		

## **i) Υδροηλεκτρικά εργοστάσια στη Γερμανία**

Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια αντλούμενου ύδατος είναι η μέχρι στιγμής μοναδική αποδοτική τεχνολογική λύση για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας (απόδοση 80-85%). Δεδομένης της ταχύτητας απόκρισής τους, είναι επίσης κατάλληλα για την εξισορρόπηση φορτίου αιχμής.

Μέχρι στιγμής υπάρχουν στη Γερμανία 30 υδροηλεκτρικά εργοστάσια, συνολικής ισχύος περίπου 7 GW. Σχεδόν το ήμισυ της ισχύος παράγεται από μόνο 3 από αυτά:

- Wehr, Βάδη Βυρτεμβέργη, 980 MW
- Markersbach, Σαξωνία, 1.050 MW
- Goldisthal, Θουριγγία, 1.060 MW

Υπό ανάπτυξη βρίσκεται το έργο της Schluchseewerk AG (RWE 50%, EnBW 37,5%) <http://www.schluchseewerk.de/> στο Atdorf της Βάδης – Βυρτεμβέργης, το οποίο έχει χρονικό ορίζοντα κατασκευής από το 2013 ως το 2019, σχεδιαζόμενη ισχύ 1.400 MW και προϋπολογιζόμενο κόστος περί το 1 δις €.

Επίσης, το Νοέμβριο του 2010 οι εταιρείες RWE και RAG παρουσίασαν το σχέδιο τους για αξιοποίηση των παλαιότερων εγκαταστάσεων εξόρυξης λιγνίτη στην περιοχή του Ρουρ και την εγκατάσταση μικρών υδροηλεκτρικών. Το πρώτο σχετικό πιλοτικό έργο – υβριδική μονάδα αιολικής ενέργειας και αποθήκευσης ενέργειας μέσω άντλησης ύδατος - θα κατασκευαστεί μέχρι το 2014 στην πόλη Hamm (ύψος επένδυσης 60 εκ. €, ισχύς 15-20 MW).

Δεδομένου του ήπιου γεωγραφικού αναγλύφου της Γερμανίας, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υδροηλεκτρικών έργων, και των αντιδράσεων του τοπικού πληθυσμού στις περιοχές κατασκευής νέων υδροηλεκτρικών έργων (όπως επί παραδείγματι στο Atdorf) είναι γενικά αποδεκτό ότι το δυναμικό υδροηλεκτρικής ενέργειας της χώρας δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας που θα προκύψουν με την εξάπλωση των ΑΠΕ.

## **ii) Διασύνδεση με τη Νορβηγία – “Seatec”, “NorGer” και “NordLink”**

Το Δεκέμβριο του 2010 η Γερμανία υπέγραψε, μαζί με άλλες 9 χώρες της Βόρειας Θάλασσας και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, δήλωση προθέσεων για την συντονισμένη ανάπτυξη του δικτύου μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και τη διασύνδεση των offshore αιολικών πάρκων. Η ομάδα χωρών της πρωτοβουλίας με την επωνυμία North Sea Countries Offshore Grid Initiative, που αναφέρεται επίσης στον τύπο και ως Seatec (κατά το Desertec) είχε υπογράψει ένα χρόνο νωρίτερα, στις 7.12.2009, την σχετική πολιτική δήλωση.

Η διασύνδεση της Νορβηγίας με την ηπειρωτική Ευρώπη θεωρείται σημαντική για την αξιοποίηση του υδροηλεκτρικού δυναμικού της χώρας αυτής. Ο αντίλογος ωστόσο, που διατυπώνεται, αφορά αφενός το κόστος κατασκευής του δικτύου μεταφοράς, αφετέρου το γεγονός ότι στη Νορβηγία το μεγαλύτερο πλήθος των υδροηλεκτρικών εργοστασίων δεν είναι αντλούμενου ύδατος. Διατυπώνεται επίσης η εκτίμηση ότι η Ευρώπη συνολικά θα χρειαστεί 100 GW αποθήκευση ισχύος, ενώ το δυναμικό της Νορβηγίας μπορεί να φθάσει έως τα 25 GW.

Σε διμερές επίπεδο, η διασύνδεση μεταξύ Νορβηγίας - Γερμανίας σχεδιάζεται από την εταιρεία NorGer. Η NorGer KS συστάθηκε το 2006 και ανήκει κατά 50% στη νορβηγική Statnett, ενώ μερίδια 16,67% έχουν ακόμα οι νορβηγικές ενεργειακές Agder Energi AS και Lyse Produksjon AS καθώς και η ελβετική Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG). <http://www.norger.biz/>. Το κόστος του προγράμματος υπολογίζεται στα 1,4 δις €, η διάρκεια κατασκευής του έργου στα 3 χρόνια και το μήκος του καλωδίου συνεχούς ρεύματος που θα ποντιστεί θα είναι 600 km. Στο project δεν συμμετέχει καμία γερμανική εταιρεία, ενώ από πλευράς του Γερμανικού Συνδέσμου

Αιολικής Ενέργειας είχαν διατυπωθεί ενστάσεις ότι το project παρεμποδίζεται από τη γερμανική κυβέρνηση, προς όφελος των γερμανικών εταιρειών που διαθέτουν εργοστάσια ατομικής ενέργειας. Ωστόσο, η απόφαση της Γερμανικής Ρυθμιστικής Αρχής Δικτύων Bundesnetzagentur τον Νοέμβριο 2010 για εξαίρεση του έργου από ορισμένες διατάξεις ρύθμισης των κερδών θεωρείται ορόσημο για την πρόοδο και τελική υλοποίηση του έργου.



Πηγή: NorGer

Αντίστοιχο πρόγραμμα είναι το επωνομαζόμενο Nord.Link: το πρόγραμμα αυτό αφορά επίσης την πόντιση καλωδίου μήκους 600 χιλιομέτρων μεταξύ Νορβηγίας και Γερμανίας, και είναι έργο της νορβηγικής Stattnet <http://www.statnett.no/en/Cable-projects/NORDLINK/>, ενώ η γερμανική εταιρεία E-ON έχει εκπονήσει τη μελέτη σκοπιμότητας του έργου.



Πηγή: Stattnet

Επίσης, σε διμερές επίπεδο, έχει συσταθεί από τον Δεκέμβριο 2010 ομάδα εργασίας Γερμανίας-Νορβηγίας για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων συνεργασίας μεταξύ των δύο χωρών στον τομέα της ενέργειας.

### iii) Έρευνα και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών

Οι γερμανικές εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δραστηριοποιούνται συστηματικά στο χώρο της έρευνας και ανάπτυξης νέων τεχνολογιών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο ενεργός ρόλος τους καταδεικνύεται επίσης από το γεγονός ότι η γερμανική εταιρεία RWE πρωτοστάτησε για την υπογραφή Μνημονίου Κατανόησης (Memorandum of Understanding) μεταξύ 11 ευρωπαϊκών εταιρειών για την ίδρυση Ευρωπαϊκού Συνδέσμου για την Αποθήκευση της Ενέργειας – **European Association for the Storage of Energy, EASE**. Το μνημόνιο υπεγράφη στις Βρυξέλλες, στο περιθώριο διάσκεψης του ευρωπαϊκού προγράμματος Setplan. Σύμφωνα με το δελτίου τύπου της RWE, κύριος στόχος του συνδέσμου είναι η ακριβής ποσοτικοποίηση των αναγκών της Ευρώπης σε αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς «οι μέχρι στιγμής εκτιμήσεις βασίζονται συχνά μόνο στη διαίσθηση». Περαιτέρω, ο ρόλος της EASE θα είναι να προτείνει και να προωθεί κατάλληλες τεχνολογικές λύσεις σε διεθνές επίπεδο, καθώς επίσης και να υποστηρίζει την δοκιμή των νέων τεχνολογικών λύσεων σε πιλοτικές μονάδες.

#### α) Συσσωρευτές πεπιεσμένου αέρα

Η εταιρεία RWE παρουσίασε τον Νοέμβριο του 2010 το **project ADELE** (Adiabater Druckluftspeicher, **Αδιαβατικός Συσσωρευτής Πεπιεσμένου Αέρα**). Η δοκιμαστική μονάδα σχεδιάζεται να κατασκευαστεί στο Staßfurt (Sachsen - Anhalt) με έτος έναρξης της κατασκευής το 2013. Η ισχύ της μονάδας θα είναι 200 MW και ως συσσωρευτής πεπιεσμένου αέρα θα χρησιμοποιηθεί κοιλότητα του υπεδάφους (δόμος άλατος). Το πρόγραμμα υποστηρίζεται από την ομοσπονδιακή κυβέρνηση με 10 εκ. € και πραγματοποιείται σε συνεργασία με την General Electric, την κατασκευαστική εταιρεία Züblin και το Γερμανικό Κέντρο Αεροδιαστημικής (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt).

Η πρώτη εφαρμογή συσσωρευτή πεπιεσμένου αέρα στη Γερμανία χρονολογείται από το 1978, (E-ON, στο Huntorf και ήταν η πρώτη μονάδα CAES - Compressed air energy storage στον κόσμο, με απόδοση 40%.

Ακολούθησε το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα AA-CAES (Advanced Adiabatic CAES) για την ανάπτυξη της πρώτης αδιαβατικής μονάδας σε συνεργασία με την εταιρεία Alstom Power Generation AG. Στόχος του προγράμματος είναι η επίτευξη απόδοσης 70% - τιμή σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τη μονάδα του Huntorf, αλλά και πάλι υπολείπεται της απόδοσης των υδροηλεκτρικών εργοστασίων.

#### β) Συσσωρευτές υδρογόνου

Η χρήση των συσσωρευτών υδρογόνου για αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποιώντας το φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης έχει ήδη δοκιμαστεί στη Γερμανία σε πιλοτικές μονάδες, όπως στην Πολυτεχνική Σχολή του Lübeck, ενώ υπό κατασκευή βρίσκεται από τον Απρίλιο του 2009 το υβριδικό εργοστάσιο της Enertrag στο Βερολίνο.

Το υδρογόνο που προκύπτει από την ηλεκτρόλυση, αντιδρώντας με το διοξείδιο του άνθρακα, δίνει μεθάνιο - το βασικό συστατικό του φυσικού αερίου. Έτσι, για την αποθήκευση του μεθανίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η υπάρχουσα για το φυσικό αέριο υποδομή, ενώ στη συνέχεια το μεθάνιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως καύσιμο για οχήματα, είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σημαντική εν προκειμένω είναι η απόδοση που μπορεί να επιτευχθεί κατά τη μετατροπή του ηλεκτρικού ρεύματος σε μεθάνιο. Σε πρόσφατο project (2009) της εταιρείας Solar Fuel Technology GmbH επετεύχθη απόδοση 60%. Η εταιρεία κατασκεύασε σε συνεργασία με τα Ερευνητικά Ινστιτούτα ZSW και Iset πιλοτική μονάδα στη Στουτγάρδη, όπου το μεθάνιο

χρησιμοποιείται ως καύσιμο για οχήματα. Το 2012 σχεδιάζεται η κατασκευή μιας εκτενέστερης μονάδας, με στόχο το 2014 η τεχνολογία να είναι ώριμη για εμπορική εκμετάλλευση. Το project έχει κινήσει το ενδιαφέρον μεγάλων γερμανικών εταιρειών φυσικού αερίου, όπως η E-ON Ruhrgas.

### ε) Ηλεκτροκίνηση – μπαταρίες

Μια από τις σημαντικότερες τεχνολογίες στο χώρο της ανάπτυξης συσσωρευτών είναι οι μπαταρίες λιθίου- ιόντων: η εταιρεία Evonik αναπτύσσει τη μεγαλύτερη μπαταρία λιθίου-ιόντων (τεχνολογία CERIO®), τόσο για ηλεκτροκίνητα οχήματα, όσο και για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Εντός του πρώτου εξαμήνου του 2011 θα παρουσιαστεί το πρωτότυπο της μεγαλύτερης μπαταρίας λιθίου – ιόντων με ισχύ 1MW, απόδοση 96%, διαστάσεις 12m μήκος x 2,5 m πλάτος και βάρος 5 τόννους. Το projekt ανάπτυξης της μπαταρίας αυτής (LESSY – Lithiumionen-Elekttrizitäts-Speicher-System) χρηματοδοτείται από την ομοσπονδιακή γερμανική κυβέρνηση και υλοποιείται από την Evonik σε συνεργασία με την εταιρεία Digatron και ερευνητικά ινστιτούτα. Η αναπτυσσόμενη τεχνολογία είναι επίσης κατάλληλη για τη χρήση σε ηλεκτροκίνητα οχήματα, σκοπό για τον οποίο η Evonik έχει συστήσει joint venture με την Daimler (Li-Tec <http://www.li-tec.de/>, 51% Evonik, 49% Daimler).

Σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή αγορά εκτιμάται ότι θα διαδραματίσει η συνέργεια μεταξύ ηλεκτροκίνησης και ΑΠΕ, καθώς οι μπαταρίες των ηλεκτροκίνητων οχημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, όταν είναι σταθμευμένα, π.χ. κατά τις νυχτερινές ώρες. Στη συνέχεια, η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποδοθεί και πάλι στο δίκτυο (Vehicle to grid).

Πέραν αυτών, άλλες ιδέες που αναπτύσσονται αφορούν την χρήση μπαταριών για αποθήκευση της αποκεντρωμένα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. της ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκές μονάδες σε στέγες οικημάτων. Παράδειγμα τέτοιας τεχνολογίας είναι ο συσσωρευτής Yoe (ιόντων λιθίου, τιτανίου) της εταιρείας Younicos <http://www.yunicos.com/de/>

Αντιγόνη Μαριόλη  
Γραμματέας ΟΕΥ Β΄

### Πηγές

- Energiekonzept der Bundesregierung, <http://www.bmu.de/energiekonzept/doc/46394.php>
- Max Planck Institut für Plasmaphysik, Energie Perspektiven, Serie „Strom Speichern“ <http://www.ipp.mpg.de/ippcms/ep/>
- RWE – Projekt ADELE <http://www.rwe.com/web/cms/de/365478/rwe/innovationen/stromerzeugung/energiespeicherung/druckluftspeicher/projekt-adele/>
- Handelsblatt, 18.02.2011
- Bundesnetzagentur <http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2010/101125Gleichstromverbindungsleitung.html?nn=193010>