



Πανεπιστήσιο Θεσσαλίας

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ

Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων



ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΥΦΥΗΣΗ

Διπλωματική Εργασία 2016

Φοιτητής: Ανδρέας
Στυλιανού
(ΑΕΜ:1097)

Επιβλέπων Καθηγητής: Τσουκαλάς
Ελευθέριος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα αυτή διπλωματική εργασία παρουσιάζονται κατά κύριο λόγο οι μέθοδοι αποθήκευσης ενέργειας που υπάρχουν σήμερα, καθώς επίσης οι εφαρμογές αυτών των συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά τον κόσμο.

Πιο συγκεκριμένα, στο *πρώτο κεφάλαιο*, γίνεται μια αναφορά στους λόγους που επιβάλλουν την αποθήκευση ενέργειας. Η ενέργεια χαρακτηρίζει το υψηλό βιοτικό επίπεδο κάθε χώρας και η σωστή παγκόσμια διαχείριση της ενέργειας θα βοηθήσει τον άνθρωπο αλλά και το περιβάλλον από τις διάφορες επιπτώσεις που επιφέρουν οι μέχρι τώρα λανθασμένες αποφάσεις. Στο *δεύτερο κεφάλαιο*, αναλύονται μερικές από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική και η υδροηλεκτρική και το πόσο θετικά δρουν στην συνεχή χρήση τους. Στο *τρίτο κεφάλαιο*, περιγράφονται οι διατάξεις και οι εφαρμογές της αποθηκευμένης ενέργειας. Με τις διάφορες μεθόδους αποθήκευσης ενέργειας και τα χαρακτηριστικά της κάθε μιας, διαλέγουμε την κατάλληλη για την βέλτιστη και οικονομικότερη τεχνολογία. Στην συνέχεια, στο *τέταρτο κεφάλαιο*, αναλύονται οι λειτουργικότητα αλλά και τα χαρακτηριστικά μεγέθη στην αποθήκευση ενέργειας με μπαταρίες. Αφού παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μπαταριών, στο *πέμπτο κεφάλαιο*, δείχνει την χρησιμότητα των μπαταριών στην καθημερινή μας ζωή. Τέλος, περιγράφεται η ενεργειακή ασφάλεια σε ευφυή συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Δηλαδή τα συστήματα και οι υποδομές ενός ευφυούς δικτύου, τα πληροφοριακά δίκτυα και η ασφάλεια των πληροφοριών από τα κίνητρα κακόβουλων επιθέσεων.

ABSTRACT

In this present thesis, presented primarily energy storage methods that exist today, as well as the applications of these Power systems worldwide.

More particularly, in the first chapter, is a reference to the reasons which require energy storage. The energy characterizes the high standard of living in each country and the right global energy management which will help humans and the environment from the different effects came up by so far wrong decisions. The second chapter analyzes some of the renewable energy sources such as solar, wind and hydropower and how positively act on their constant use. The third chapter describes the rules and saved energy applications. The various energy storage methods and the characteristics of each one, we choose an appropriate for the optimal and economical technology. Subsequently, in the fourth chapter analyzes the functionality and features sizes in the energy storage battery. After presenting the advantages and disadvantages of the batteries, the fifth chapter, showing the usefulness of the batteries in our daily life. Finally, energy security described in intelligent power systems. Namely the systems and infrastructure of an intelligent network, information networks and information security from malicious attacks motivations.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οι Λόγοι Που Επιβάλλουν Την Αποθήκευση Ενέργειας.....	7-8
1.2 Μελλοντική Παγκόσμια Διαχείρισης Ενέργειας	
1.2.1 Εισαγωγή.....	9
1.2.2 Το Ενεργειακό Πρόβλημα.....	9-10
1.2.3 Έρευνα WETO-H2.....	10
1.2.4 Οφέλη Εκμετάλλευσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	11
1.3 Δίκτυα Διανομής Ενέργειας.....	11-12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή.....	13-14
2.2 Ηλιακή Ενέργεια	
2.2.1 Εισαγωγή.....	15
2.2.2 Εφαρμογές	
2.2.2.1 Ηλιακά Θερμικά Συστήματα.....	15
2.2.2.2 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.....	16
2.2.2.3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	16
2.3 Αιολική Ενέργεια	
2.3.1 Εισαγωγή.....	17
2.3.2 Ανεμογεννήτριες.....	17
2.3.2 Χρησιμότητα Αιολικής Ενέργειας.....	17-18
2.4 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	
2.4.1 Εισαγωγή.....	18
2.4.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	18-19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Εισαγωγή.....	20
3.2 Διατάξεις Ενεργειακής Αποθήκευσης	
3.2.1 Εισαγωγή.....	20-21
3.2.2 Μορφές Αποθήκευσης Ενέργειας.....	21-22
3.3 Εφαρμογές Ενεργειακής Αποθήκευσης.....	23-24
3.4 Οικονομικά και τεχνικά χαρακτηριστικά διατάξεων της ενέργ. αποθηκ.	
3.4.1 Εισαγωγή.....	25
3.4.2 Όροι.....	25-27
3.4.3 Σύνοψη των τεχνικών απαιτήσεων των συστημάτων ενεργειακής αποθήκευσης.....	27-28
3.5 Μέθοδοι Αποθήκευσης Ενέργειας	
3.5.1 Συστήματα αποθήκευσης με μπαταρίες.....	29
3.5.2 Στρεφόμενες μάζες - Σφόνδυλοι.....	29-30

3.5.4 Συστήματα αποθήκευσης με υπέρ-πυκνωτές και υπέρ αγώγιμα πηνία.....	30
3.5.5 Συστήματα αποθήκευσης με συμπιεσμένο αέρα (CAES).....	31
3.5.6 Αντλησιοταμίευση.....	31-32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΗ ΜΟΡΦΗ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή.....	33-35
4.2 Μπαταρίες Μολύβδου - Οξέως	
4.2.1 Εισαγωγή.....	36
4.2.2 Λειτουργία.....	36-37
4.2.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	37
4.3 Μπαταρίες Νικελίου - Καδμίου	
4.3.1 Εισαγωγή.....	38
4.3.2 Λειτουργία.....	38
4.3.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	39
4.4 Μπαταρίες Λιθίου - Ιόντος	
4.4.1 Εισαγωγή.....	39
4.4.2 Λειτουργία.....	40-41
4.4.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	41
4.5 Μπαταρίες Θεικού - Νατρίου	
4.5.1 Εισαγωγή.....	42
4.5.2 Λειτουργία.....	42-43
4.6 Μπαταρίες Μετάλλου - Αέρα	
4.6.1 Εισαγωγή.....	43-44
4.6.2 Λειτουργία.....	44
4.7 Αλκαλικές Μπαταρίες	
4.7.1 Εισαγωγή.....	45
4.7.2 Λειτουργία.....	45-47
4.8 Μπαταρίες Ροής	
4.8.1 Εισαγωγή.....	48
4.8.2 Λειτουργία.....	48-49
4.8.3 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΜΑΣ ΖΩΗ

5.1 Εισαγωγή.....	50
5.2 Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο	
5.2.1 Εισαγωγή.....	50-51
5.2.2 Τι είναι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο.....	51-52
5.2.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	52-53
5.3 Μπαταρίες Υποβρυχίου.....	54-56
5.4 Μπαταρία κατοικίας από την Tesla	
5.4.1 Εισαγωγή.....	56-57

5.4.2 Λειτουργία και Χαρακτηριστικά.....	58-59
5.4.3 Μελλοντική Χρήση Μπαταριών τύπου TESLA.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΕΥΦΥΗ ΣΗΕ

6.1 Εισαγωγή.....	61-62
6.2 Συστήματα και Υποδομές του Ευφυούς Δικτύου	
6.2.1 Ευφύες Μετρητές.....	62
6.2.1.1 Δυνατότητες μέτρησης.....	63
6.2.1.2 Δυνατότητες επικοινωνίας.....	63
6.2.1.3 Πλατφόρμες διατήρησης.....	63
6.2.2 Κέντρο τιμολόγησης.....	64
6.2.3 Συστήματα παρακολούθησης και διατήρησης υστορικού.....	64
6.2.4 Μοντέλο Smart Grid.....	65
6.3 Πληροφοριακά Δίκτυα και Ασφάλεια Πληροφοριών.....	66
6.4 Ευφύες Μετρητές.....	67
6.4.1 Κίνητρα κακόβουλων επιθέσεων.....	68-69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....70-71

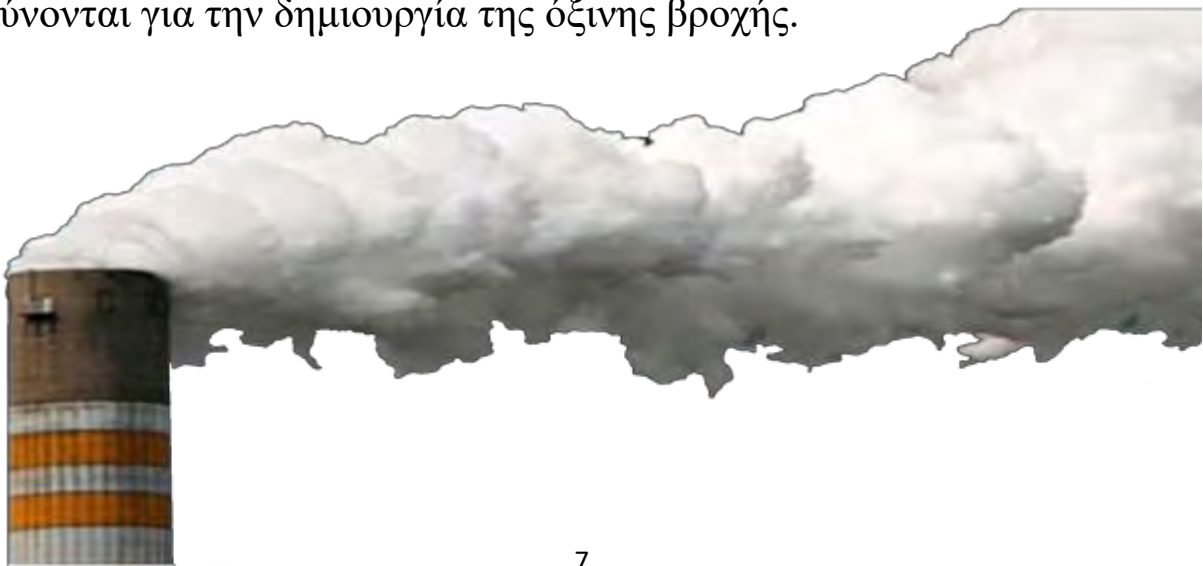
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....72-73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οι Λόγοι Που Επιβάλλουν Την Αποθήκευση Ενέργειας

Η ενέργεια και ειδικότερα η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, χαρακτηρίζει τη βάση της σύγχρονης διαβίωσης και της οικονομίας. Το πρόβλημα όμως, που παρουσιάζεται στον τομέα ηλεκτρική ενέργεια είναι ότι η αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων της, καθίσταται δύσκολη και αντιοικονομική. Η ζήτηση φορτίου που παράγεται κάθε στιγμή είναι όση και η παραγωγή από τους ηλεκτρικούς σταθμούς. Η βιομηχανία, οι επιστημονικές έρευνες, ο τομέας των υπηρεσιών, οι τηλεπικοινωνίες, ο κλιματισμός και η θέρμανση των κατοικιών, στηρίζονται σε αυτήν. Η οικονομική ανάπτυξη της κάθε χώρας και το υψηλό βιοτικό επίπεδό της εξαρτάται από την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Έτσι καθιστάτε ένα εξαιρετικά σημαντικό ζητήματα το οποίο απασχολεί και θα έπρεπε να απασχολεί την κάθε χώρα.

Παρά ταύτα, στις μέρες μας ο χειρισμός που υφίσταται για την κατανάλωση ενέργειας είναι κάθε άλλο παρά βιώσιμος. Τα ορυκτά καύσιμα όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και η πυρηνική ενέργεια, δυστυχώς δεν είναι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά αναλώσιμες. Η κύρια επιζήμια επίδραση που προξενείτε στο περιβάλλον λόγω χρήσης των ορυκτών καυσίμων είναι η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα, που έχει ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Επιπρόσθετα, με την καύση των ορυκτών καυσίμων εκτός από διοξείδιο του άνθρακα, απελευθερώνεται και άλλες επιβλαβής ουσίες στην ατμόσφαιρα όπως νιτρικά, θειικά ή ανθρακικά οξέα τα οποία ευθύνονται για την δημιουργία της όξινης βροχής.



Τα σημαντικά οφέλη και η οικονομική λειτουργία ενός διασυνδεδεμένου δικτύου και κατ' επέκταση ενός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ) οφείλονται στην δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας για την διαρκή και ασφαλή τροφοδοσία της αγοράς. Μερικοί λόγοι που επιβάλλουν την ανάπτυξη μεθόδων αποθήκευσης είναι:

- Με την αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, κατά την διάρκεια της ημέρας δεν χρειάζεται να τίθεται σε λειτουργία ένας σταθμός αιχμής του οποίου το κόστος λειτουργίας είναι υψηλό. Ωστόσο, μπορεί να καλυφθεί από την αποθηκευμένη ενέργεια ενός σταθμού παραγωγής.
- Χρησιμοποίηση της αποθηκευμένης ενέργειας όταν υπάρχει μεγάλη ζήτηση από τους καταναλωτές καθώς η παραγωγή ενέργειας από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας δε συμπίπτουν χρονικά.
- Αποφυγή παράβασης των τεχνικών ελαχίστων στις θερμικές μονάδες παραγωγής.
- Περισσότερη ανάπτυξη της έρευνας στις αποθηκευτικές διατάξεις και η πρόοδος των ηλεκτρονικών ισχύων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες και τις διάφορες επιπτώσεις που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, γεννάται η ανάγκη ανάπτυξης συστημάτων μετατροπής της ενέργειας και σε άλλες μορφές.

1.2 Μελλοντική Παγκόσμια Διαχείριση Ενέργειας

1.2.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια είναι αγαθό ζωτικής σημασίας για την καθημερινότητα και διαβίωσή μας ενώ παράλληλα, παίζει σημαντικό ρόλο στη πολιτισμική, οικονομική αλλά και τεχνολογική ανάπτυξη όλων των λαών παγκόσμιος εδώ και πολλά χρόνια.

Με ταχύτατους ρυθμούς, περνώντας από διάφορα στάδια όπως ο εξηλεκτρισμός, η ανάπτυξη συγκοινωνιών, η κατάκτηση του διαστήματος και η χρήση της πυρηνικής ενέργειας, τελικά φτάσαμε στην σημερινή εποχή, την εποχή της πληροφορικής, της ψηφιακής τεχνολογίας, της παγκοσμιοποίησης και φυσικά στην δημιουργία του ενεργειακού προβλήματος στην γη, που εμφανίζεται να οξύνεται όσο ποτέ.

1.2.2 Το Ενεργειακό Πρόβλημα

Όπως προαναφέρθηκε στην παράγραφο 1.2.1 το ενεργειακό πρόβλημα στις μέρες μας φαίνεται να καλπάζει ασταμάτητα σε σχέση με κάθε άλλη εποχή. Το ενεργειακό πρόβλημα έγινε αντιληπτό όταν εμφανίστηκε η ενεργειακή κρίση το 1973. Πιο κάτω παρουσιάζονται κάποια από τα σύγχρονα ενεργειακά ζητήματα:

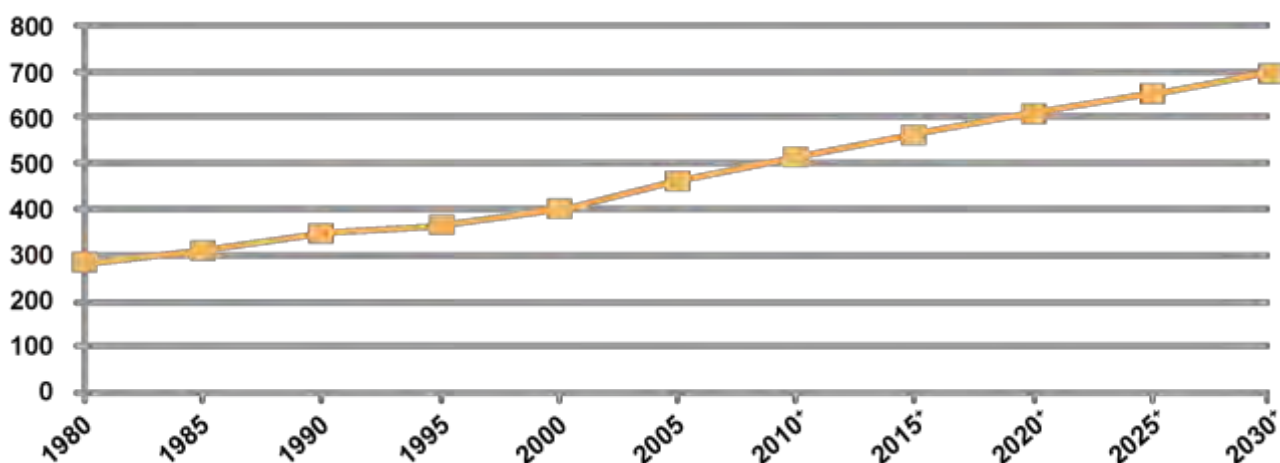
1. Οι ορυκτοί ενεργειακοί πόροι εκτός από εξαντλήσιμοι, για την δημιουργία τους χρειάζονται δεκαετίες χρόνια.
2. Η άνιση γεωγραφική κατανομή αυτών των ορυκτών ενεργειακών πόρων.
3. Η επίδραση σε όλους τους κλάδους του εμπορίου και κατ' επέκταση στον καταναλωτή λόγω των αυξομειώσεων στο κόστος της ενέργειας.
4. Η μεγάλη εξάρτηση των χωρών σε εισαγωγές καυσίμων οδηγείται σε πρακτικές κερδοσκοπίας από μεγάλες εταιρείες εμπορίας καυσίμων.
5. Αλλαγή στις τιμές του πετρελαίου παγκόσμια από πολιτικά, οικονομικά και στρατιωτικά συμφέροντα.
6. Λόγω της παγκοσμιοποίησης η ανάγκη για ενέργεια μεγαλώνει.
7. Με σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν συνδεθεί τα αέρια που εκπέμπονται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

8. Οι εκπομπές ρύπων στις αναπτυσσόμενες χώρες έχουν εξαιρετικά μεγάλο ρυθμό αύξησης λόγω ανύπαρκτων περιβαλλοντικών περιορισμών.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι πιο αποδοτικές και καθαρές τεχνολογίες και οι περιβαλλοντικές πολιτικές δεν μπορούν από μόνες τους να λύσουν το περιβαλλοντικό και ενεργειακό πρόβλημα αν δεν γίνει κάτι με τη μείωση της ζήτησης και της κατανάλωσης της ενέργειας.

1.2.3 Έρευνα WETO - H2

Η ζήτηση ενέργειας αυξάνεται έντονα στις ανεπτυγμένες περιοχές του κόσμου όπου σήμερα μετά βίας ικανοποιούνται οι στοιχειώδεις ενεργειακές ανάγκες. Σύμφωνα με την μελέτη της WETO_H2 (World Energy Technology Outlook - 2050) εκπονήθηκε σενάριο προβλέψεων και προβολών αναφοράς για το παγκόσμιο σύστημα ενέργειας. Η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση αναμένεται να αυξηθεί σε 22 Gtoe ετησίως το 2050, από 10 Gtoe ετησίως σήμερα. Τα ορυκτά καύσιμα καλύπτουν συνολικά το 70% (ο άνθρακας και το πετρέλαιο από 26%, το φυσικό αέριο 18%) και οι μη ορυκτές πηγές 30%. Το μερίδιο των μη ορυκτών πηγών χωρίζεται περίπου σε δύο ίσα τμήματα μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της πυρηνικής ενέργειας. (Σημ. Gtoe-Gigatone of oil equivalent - Γιγατόνους ισοδύναμου πετρελαίου) (γρ.π. 1)



Γραφική Παράσταση 1: Παγκόσμια Ενεργειακή Ζήτηση (10⁷ MMBTUs)

1.2.4 Οφέλη Εκμετάλλευσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

Η βιώσιμη διαχείριση της ενέργειας απαντάται σε μια και μοναδική μεγάλη διάρκεια πορεία από την υποκατάσταση των μορφών ενέργειας βασισμένη σε ορυκτά καύσιμα με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Μετά από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979 και με τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων, εκδηλώθηκε το ενδιαφέρον για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση των ΑΠΕ καθώς επίσης και για την ανάπτυξη των οικονομικών και αξιόπιστων τεχνολογιών. Πιο κάτω απαριθμούμε περιεκτικά συγκεκριμένα οφέλη που προκύπτουν από την εκμετάλλευση των ΑΠΕ:

- Συμβάλλουν στην απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτόαρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.
- Έχουν χαμηλό λειτουργικό κόστος και σχετικά μικρή διάρκεια κατασκευής.
- Δημιουργούν θέσεις εργασίας.
- Είναι πρακτικά ανεξάρτητες πηγές.

1.3 Δίκτυα Διανομής Ενέργειας

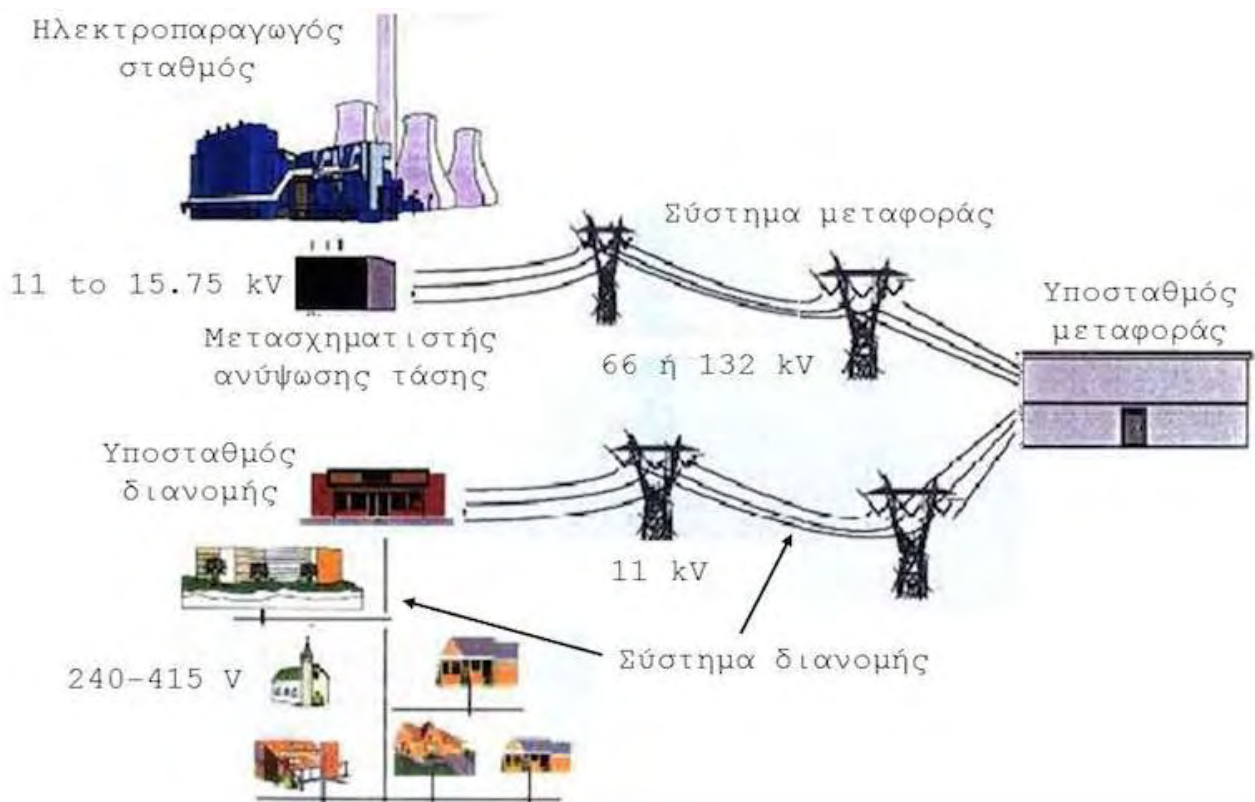
Η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρεται στην διαδικασία λειτουργίας και το σύνολο των ελέγχων με την οποία η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στους καταναλωτές. Τα δίκτυα διανομής περιλαμβάνουν τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των οποίων αυτή φτάνει στους καταναλωτές, και τους υποσταθμούς υποβιβασμού της τάσης, οι οποίοι τις συνδέουν με το σύστημα μεταφοράς.

Τα δίκτυα διανομής φτάνουν μέχρι το μετρητή της παρεχόμενης στον καταναλωτή ενέργειας. Μετά το μετρητή αρχίζει η εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση, που περιλαμβάνει το εσωτερικό δίκτυο διανομής και τις συσκευές κατανάλωσης.

Στα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, η αξία των

εγκαταστάσεων διανομής κυμαίνεται γύρω στο 30% του συνόλου των εγκαταστάσεων. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της διανομής είναι το πλήθος των στοιχείων που την αποτελούν. Επιπλέον, οι απώλειες ενέργειας στο επίπεδο της διανομής είναι περίπου διπλάσιες από ότι στο επίπεδο της μεταφοράς.

Ανάλογα με την κατασκευή τους, τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε εναερία και σε υπόγεια. Ένα βασικό πλεονέκτημα των εναέριων δικτύων είναι ότι είναι λιγότερο δαπανηρά, ενώ η αποκατάσταση των βλαβών είναι ταχύτερη. Οι χρησιμοποιούμενοι αγωγοί είναι συνήθως από αλουμίνιο, απλό στα δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης ή ενισχυμένο με χάλυβα στα δίκτυα μέσης και υψηλής τάσης. Τα τελευταία χρόνια, οι εναέριες γραμμές χαμηλής τάσης κατασκευάζονται κυρίως με ενωμένους αγωγούς, για ασφάλεια λειτουργίας και μειωμένη ενόχληση στο περιβάλλον. Στις πυκνοκατοικημένες περιοχές των πόλεων, τα δίκτυα διανομής κατασκευάζονται συνήθως υπόγεια, διότι δεν υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος για τήρηση των αποστάσεων ασφαλείας από τα κτίρια και, επίσης, για λόγους αισθητικής. Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις, ιδίως στα προάστια των πόλεων, τα δίκτυα διανομής κατασκευάζονται μεικτά, δηλαδή μερικώς εναερία και μερικώς υπόγεια. (εικ. 1)



Εικόνα 1: Δίκτυο Διανομής Ενέργειας

Κεφάλαιο 2^ο: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι πηγές που ο άνθρωπος χρησιμοποίησε ως πρωταρχική μορφή ενέργειας. Είναι αυτές που υπάρχουν σε υπεραφθονία μέσα στο φυσικό περιβάλλον και που στην ουσία είναι αστείρευτες και η χρήση τους δεν μολύνει το περιβάλλον. Η αναζήτηση της απαραίτητης ενέργειας από τον άνθρωπο, η επάρκεια των αποθηκευτικών πηγών της, η βέβαια και ταχεία εξάντληση μερικών από αυτές, οι βέλτιστοι τρόποι εκμετάλλευσης και εξοικονόμησης της, τα οικονομικά, κοινωνικά και ηθικά προβλήματα που δημιουργούνται από την ανισοβαρή, άλλοτε αλόγιστη χρήση της, καθώς και η μεγάλη και αυξανόμενη τα τελευταία χρόνια επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τους μηχανισμούς και τα συστήματα μετατροπής και μεταφοράς της ενέργειας, συνιστούν το «ενεργειακό/περιβαλλοντικό» πρόβλημα. Ένα από τα κρισιμότερα, σήμερα, προβλήματα του ανθρώπου.



Λόγω των συμβατικών πηγών ενέργειας και οι καταστροφικές επιδράσεις που δημιουργούνται έχει ξεκινήσει μια παγκοσμία προσπάθεια για τη μείωση αυτών των επιπτώσεων, με την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης της. Επιπρόσθετα, με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων αυτών, προωθείται η εκμετάλλευση φιλικών προς το περιβάλλον (και τον άνθρωπο) Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), συμβάλλοντας οριστικά στην αειφόρο ανάπτυξη. Αυτές που συνθέτουν τις ανανεώσιμες

πηγές ενέργειας είναι ο ήλιος με την ηλιακή ενέργεια ,ο άνεμος με την αιολική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, η γεωθερμία, η βιομάζα και η θάλασσα χαρακτηρίζονται ως ανανεώσιμες. Ο απώτερος στόχος αξιοποίησης των πηγών αυτών είναι η ηλεκτρική ενέργεια που έχει σαν στόχο την αναπλήρωση των αναγκών του σύγχρονου ανθρώπου και την σημαντική μείωση των ρύπων στο περιβάλλον.

Οι ΑΠΕ έχοντας ξεπεράσει τα μειονεκτήματα του παρελθόντος, κρίνονται πλέον ανταγωνιστικές για την παραγωγή ενέργειας. Η μαζικότερη παραγωγή και εκτεταμένη έρευνα στο χώρο, έχουν οδηγήσει σε μείωση του κόστους παράγωγης και αύξησης της απόδοσης των συστημάτων. Η τάση για εφαρμογή πειραματικών μελετών τεχνολογιών ΑΠΕ, θα συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από τους εξαντλήσιμους πόρους (κυρίως τα ορυκτά καύσιμα), ενώ παράλληλα θα συνεισφέρει στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και της ασφαλείας του ενεργειακού εφοδιασμού, καθώς και στην ανάπτυξη και αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών. Τέλος, θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας, και το σπουδαιότερο θα αντικατασταθούν οι ρυπογόνοι τρόποι παράγωγης ενέργειας με φιλικά προς το περιβάλλον συστήματα.

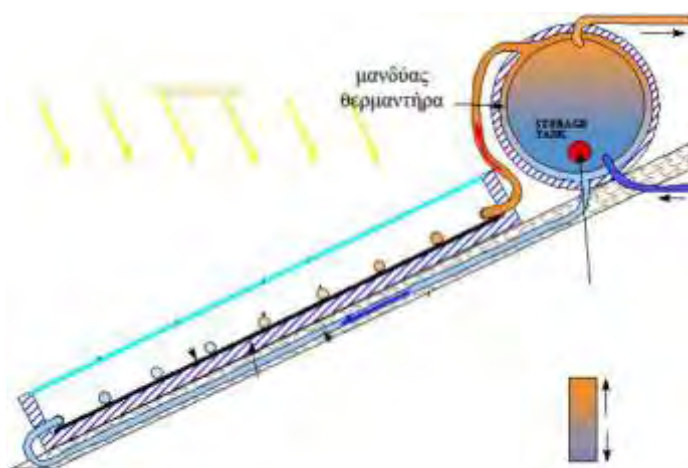
2.2 Ηλιακή Ενέργεια

2.2.1 Εισαγωγή

Η ηλιακή ενέργεια αφού προέρχεται από τον ήλιο είναι πρακτικά ανεξάντλητη και η εκμετάλλευσή της είναι ανεξέλεγκτη όσον αφορά τον χρόνο και τον χώρο. Ο ηλεκτρισμός από την ηλιακή ενέργεια δημιουργείται με τρεις διαφορετικές εφαρμογές όπως είναι οι φωτοβολταϊκές, οι θερμικές και οι παθητικές εφαρμογές.

2.2.2 Εφαρμογές

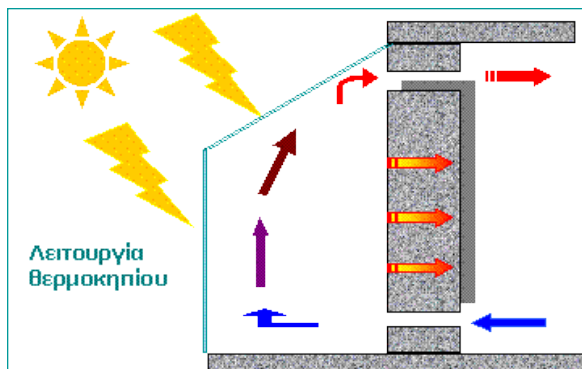
2.2.2.1 Ηλιακά Θερμικά Συστήματα: Είναι οι καλύτεροι



συλλέκτες για την δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και την μετατροπή της σε θερμότητα. Όπως για παράδειγμα, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε θερμότητα ρευστοποιώντας το, όπως το νερό. Η συλλογή της γίνεται από τους συλλέκτες που

βρίσκονται στο σωστό προσανατολισμό (νότιο), και η επαφή με την απορροφητική επιφάνεια του συλλέκτη όπου βρίσκονται οι σωληνώσεις στις οποίες κυκλοφορεί νερό και αποσπών την συγκεντρωμένη ενέργεια. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για την οικία αλλά και την βιομηχανία.

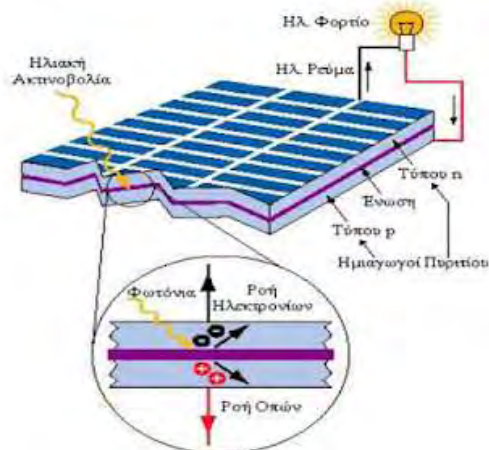
2.2.2.2 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα



Βασίζονται στην αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής. Η συλλογή της παθητικής ηλιακής ενέργειας είναι βασισμένη στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και πιο συγκεκριμένα είναι ο εγκλωβισμός της θερμότητας μέσω κάποιου διαφανούς υλικού ή γυαλιού. Είναι κατάλληλα ηλιακά

συστήματα για θέρμανση των χώρων του χειμώνα αλλά και την διανομή του φυσικού φωτισμού.

2.2.2.3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα



Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι αυτά που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια δηλαδή σε ρεύμα συνεχούς τάσης (DC). Επανειλημμένα χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση μη διασυνδεδεμένων στο ηλεκτρικό δίκτυο καταναλώσεων. Όπως οι φάροι, οι δορυφόροι και τα απομονωμένα σπίτια χρησιμοποιούσαν Φ/Β συστήματα. Πολλά τα

πλεονεκτήματα ενός Φ/Β συστήματος όπως για παράδειγμα η τεχνολογία, είναι ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, είναι φιλική προς το περιβάλλον, έχει επίσης μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης, αθόρυβη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής και πολλά άλλα.

2.3 Αιολική Ενέργεια

2.3.1 Εισαγωγή

Η αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγει ο άνεμος. Χαρακτηρίζεται ως "ήπια" μορφή ενέργειας, φιλική ως προς το περιβάλλον. Τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα ότι ο άνθρωπος εκμεταλλευόταν την ενέργεια του ανέμου από πολύ παλιά. Στις μέρες μας, όμως, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε κατά βάση τις ανεμογεννήτριες.

2.3.2 Ανεμογεννήτριες Ο μοναδικός σχεδόν τρόπος περισυλλογής



της αιολικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσω των ανεμογεννητριών όπου γίνεται η μετατροπή της ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική. Η ανεμογεννήτρια είναι αιολική μηχανή που παράγει ρεύμα από την αιολική ενέργεια. Οι δύο τύποι ανεμογεννητριών είναι:

1. Οι ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και,
2. Οι ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που είναι σταθερός.

2.3.3. Χρησιμότητα Αιολικής Ενέργειας

- Υπολογίζεται ότι μια μόνο ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρισμό ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο όπου αναπληρώνει την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή αποτροπή της εκπομπής 735 περίπου τόνων διοξειδίου του άνθρακα ετησίως καθώς και δύο τόνων άλλων ρύπων. Αυτό συνεπάγεται στον σημαντικό περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος.
- Βάση εκτιμήσεων δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας για κάθε νέο MW αιολικής ενέργειας. Άρα συμβάλλει στη δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας.

- Η αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη.

Δημιουργούνται και μειονεκτήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών καθώς επίσης οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, στην τηλεόραση, στις τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας.

2.4 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

2.4.1 Εισαγωγή

Η δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει από τις ψηλές περιοχές στις χαμηλές, είτε στο φυσικό περιβάλλον είτε με τεχνητό τρόπο, είναι μια ενέργεια εκμετάλλευσης μετατροπής της ενέργειας του νερού σε ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό γίνεται μέσω υδροηλεκτρικών έργων όπως τα φράγματα, ο υδροστρόβιλος και η ηλεκτρογεννήτρια, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.

2.4.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Τα *πλεονεκτήματα* από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους γαιάνθρακες ή το πετρέλαιο, που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας.
- Είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας "καθαρή", με τα γνωστά πλεονεκτήματα.
- Μέσω των υδροταμιευτήρων αναπληρώνονται και άλλες ανάγκες, όπως η δημιουργία υγροτόπων, ύδρευση, άρδευση και ο αθλητισμός.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:

- Διεθνώς, στις μέρες μας, προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων αφού η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα επιφέρει την ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, την υποβάθμιση περιοχών, την αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και αλλαγή στο τοπικό κλίματος.
- Το ακριβές κατασκευές σε εξοπλισμό των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής φραγμάτων. Επιπλέον τα μεγάλα αυτά έργα απαιτούν μεγάλη χρονική διάρκεια, μέχρι την αποπεράτωση τους.



ΕΙΚΟΝΑ 2: Διαδικασία μετατροπής Υδροηλεκτρικής Ενέργειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 Εισαγωγή

Μια μονάδα αποθήκευσης της ενέργειας σε ένα σύστημα παράγωγης ενέργειας είναι μια εγκατάσταση, η οποία αποθηκεύει την ενέργεια που παράγεται στο σύστημα παραγωγής και μπορεί να τη διατηρεί και να την αποδίδει όταν είναι απαραίτητο. Ένας κύκλος αποθήκευσης ενέργειας περιλαμβάνει τη φόρτιση της ενεργειακής αποθήκης, τη διατήρηση της αποθηκευμένης ενέργειας και την αποφόρτιση της.

3.2 Διατάξεις Ενεργειακής Αποθήκευσης

3.2.1 Εισαγωγή

Ανάλογα με την εφαρμογή τους, οι διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διατάξεις σε μικρής, μεσαίας και μεγάλης διάρκειας ενεργειακής αποθήκευσης.

Βραχυπρόθεσμη αποθήκευση (μικρής διάρκειας) : Σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα μέσα στη διάρκεια μιας ημέρας χρησιμοποιείται για να διευκολύνει την ανάγκη ζήτησης ενός ενεργειακού συστήματος . Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το μέγεθος ενός ενεργειακού συστήματος, οι μονάδες παραγωγής ενέργειας και οι θερμικές απώλειες. Πρόκειται για διατάξεις αποθήκευσης που μπορούν να προσφέρουν ή να απορροφήσουν ενέργεια για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, λίγα δευτερόλεπτα μέχρι μερικά λεπτά. Στα συστήματα βραχυπρόθεσμης αποθήκευσης ανήκουν οι σφόνδυλοι, οι υπερπυκνωτές, τα υπεραγωγία υλικά και οι δεξαμενές αποθήκευσης υγρού.

Η μεσοπρόθεσμη αποθήκευση (μεσαίας διάρκειας) : Συνιστάται για να εξυπηρετήσει μελλοντική ζήτηση όταν το εποχιακό κέρδος ή το πλεόνασμα της ενέργειας μπορεί να μεταφερθεί με μια καθυστέρηση από μερικές ημέρες έως και λίγες εβδομάδες . Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι θερμοκλίνες στέρεων, τα συστήματα μπαταριών, υδρογονοαποθήκευσης.

Η **μακροπρόθεσμη αποθήκευση (μεγάλης διάρκειας)**: Αφορά τα συστήματα με μεγάλη χωρητικότητα ενέργειας και μικρές ή μηδενικές απώλειες κατά την αποθήκευση. Μπορούν να αποθηκεύουν ενέργεια από μερικούς μήνες μέχρι και σε ετησία βάση. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να εκμεταλλεύονται τις ετήσιες κλιματικές αλλαγές και να επιτυγχάνουν ελαχιστοποίηση των ετησίων απαιτήσεων σε ενέργεια σε ένα σύστημα ή να εξυπηρετούν ένα πλήθος καταναλωτών σε μια πόλη, βιομηχανικές και εμπορικές περιοχές αλλά και σε έκτακτες περιπτώσεις. Οι συνήθεις εφαρμογές για της μακροπρόθεσμη ενεργειακή αποθήκευση συμπεριλαμβάνονται οι τεχνολογίες της αντλησιοταμίευσης.

3.2.2 Μορφές Αποθήκευσης Ενέργειας

Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της εύκολης μεταφοράς της σε μεγάλες αποστάσεις μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικά αλλά δεν είναι εφικτή σε οικονομικό επίπεδο η απευθείας αποθήκευση της. Έτσι απαιτείται να μετατραπεί πρώτα σε άλλο τύπο ενέργειας και όταν χρειαστεί μετατρέπεται ξανά σε ηλεκτρική. (πίνακας 1) Έτσι, η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί στις ακόλουθες μορφές:

Χημική μορφή: Τα συστήματα χημικής αποθήκευσης ενέργειας περιλαμβάνουν την ηλεκτροχημική αποθήκευση ενέργειας με χρήση μπαταριών, τη θερμοχημική αποθήκευση ενέργειας μέσω αμφίδρομων αντιδράσεων, τη φωτοχημική αποθήκευση ενέργειας μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων που απελευθερώνουν και αποθηκεύουν μεγάλα ποσά ενέργειας. Επιπλέον, τα συστήματα απορρόφησης ή διάλυσης για την αποθήκευση ενέργειας με τη μορφή υδρογόνου, το οποίο συγκεντρώνεται σε υγρή ή αέρια ή στερεή μορφή και αξιοποιείται ως καύσιμο όταν θα υπάρχει ζήτηση.

Μηχανική μορφή: Τα συστήματα αποθήκευσης μηχανικής ενέργειας αποτελούν εκείνα τα συστήματα τα οποία αποθηκεύουν την ενέργεια υπό μορφή δυναμικής, κινητικής ενέργειας δηλαδή είτε ευθύγραμμης είτε περιστροφικής κίνησης και με ενέργεια συμπιεσμένου αερίου. Βάση αυτών συστημάτων που προαναφέρθηκαν, οι βασικές μέθοδοι είναι η αντλησιοταμίευση, οι περιστρεφόμενοι τροχοί και το σύστημα συμπιεσμένου αέρα.

Θερμική μορφή: Τα συστήματα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας αποθηκεύουν την ενέργεια με τη μορφή αισθητής θερμότητας σε στέρεα ή υγρά μέσα.

Άλλης μορφής ενέργεια: Άλλα συστήματα αποθήκευσης της ενέργειας αποτελούν τα συστήματα μαγνητικής αποθήκευσης σε υπεραγώγιμα υλικά και την αποθήκευση σε πυκνωτές και ηλεκτροχημικούς πυκνωτές του λεγόμενου υπερπυκνωτές δηλαδή υπό μορφή ηλεκτροστατικού πεδίου. Επιπροσθέτως, συστήματα αποθήκευσης ενέργειας συμπιεσμένου αέρα, με υδραυλική μορφή και υπό μορφή υδρογόνου.

Μορφή μετατροπής	Διάταξη
Μαγνητική	Υπεραγώγιμα πηνία - Superconducting Magnetic Energy Storage systems (SMES)
Ηλεκτρική	Πυκνωτές και υπέρ-πυκνωτές
Χρήση μηχανικής ενέργειας (δυναμική ή περιστροφή)	Αντλησιοταμίευση (PHS) Συστήματα με Συμπιεσμένο αέρα (CAES) Στρεφόμενοι Σφόνδυλοι (Flywheels)
Χημικές μέθοδοι	Μπαταρίες, μπαταρίες ροής, προχωρημένου τύπου μπαταρίες (BESS)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Μορφή μετατροπής ενέργειας ανάλογα με την αντιπροσωπευτική διάταξη αποθήκευσης

3.3 Εφαρμογές Ενεργειακής Αποθήκευσης

Πιο κάτω αναλύονται όλες οι πιθανές εφαρμογές που μπορεί να συναντήσει κανείς στις αποθηκευτικές διατάξεις σε ένα Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ):

Load Leveling: Η εφαρμογή αυτή αφορά το στάδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι η αποθήκευση της παραπανίσιας ενέργειας που παράγεται από τις μονάδες βάσης σε περιόδους εκτός αιχμής και χρησιμοποιείται σε περιόδους αιχμής φορτίου που είναι πιο οικονομικό.

Spinning Reserve: Χρησιμοποιείται ως εφεδρική παροχή ισχύος σε καταναλωτές σε περίπτωση βλάβης μιας γεννήτριας της μονάδας. Ονομάζεται και στρεφόμενη εφεδρεία. Απαιτεί αποθήκευση ισχύος της τάξης των 10 μέχρι 100 MW για παροχή χρονικού διαστήματος μικρότερο των 30 λεπτών.

Transmission Voltage Regulation: Είναι η εφαρμογή που ευθύνεται για την διανομή και τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο απαιτείται να διατηρήσει τη τιμή της τάσης μεταφοράς μέσα σε συγκεκριμένα όρια διακύμανσης, τόσο στα σημεία του φορτίου όσο και κατά την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

Distribution Facility Deferral: Η εφαρμογή αυτή απαιτεί περίπου 1MW για 1 έως 3 ώρες και έχει την ικανότητα να αναβάλει την εγκατάσταση νέων μετασχηματιστών και νέων γραμμών διανομής τροφοδοτώντας τις υπάρχουσες μονάδες από άλλες πηγές.

Frequency Control: Η διατήρηση της συχνότητας στην ονομαστική τιμή των 50 ή 60 Hz.

Transmission & Distribution System Stability: Αυτή η εφαρμογή διατηρεί όλα τα στοιχεία της γραμμής συγχρονισμένα μεταξύ τους με ευστάθεια του συστήματος μεταφοράς, διανομής και στην αποτροπή της κατάρρευσης του. Για την εφαρμογή απαιτείται ισχύς μικρότερη από 100 MW για διάρκεια μερικών δευτερολέπτων.

Power Quality Improvement: Χαρακτηρίζεται για την μικρή βελτίωση ποιότητας ισχύος η οποία σχετίζεται με την εξομάλυνση βυθίσεων τάσεως, αιχμών τάσεων και διακοπών ρεύματος για το χρονικό διάστημα από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι μερικά λεπτά, για απαιτήσεις ισχύος

μικρότερη του ενός μεγαβόλτ και χρόνο μερικών λεπτών και σε μεγάλη διάρκειας βελτίωση ποιότητας η οποία σχετίζεται με ότι και η προηγούμενη, αλλά για απαιτήσεις ισχύος μεγαλύτερη του ενός μεγαβόλτ για χρονική διάρκεια από μία μέχρι δυο ώρες.

Generation Capacity Deferral: Η εφαρμογή αυτή απαιτεί 10-100MW από δύο μέχρι τέσσερις ώρες. Είναι η ικανότητα μιας μονάδας να σταματήσει την εγκατάσταση νέων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τροφοδοτώντας τις υπάρχουσες μονάδες από άλλες πηγές.

Black-start error: είναι η ικανότητα ενός εργοστάσιου να τεθεί σε λειτουργία μετά από την πλήρη αποκοπή του από το δίκτυο λόγω κάποιου σφάλματος. Αυτό συμβαίνει, διότι μερικές μονάδες παραγωγής (όπως για παράδειγμα οι πυρηνικές μονάδες) απαιτούν μια ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας για να επανεκκινηθούν μετά από ένα σφάλμα. Η απαιτούμενη αυτή ενέργεια για την επανεκκίνηση της θα δίνεται από την αποθηκευόμενη.

Αποφυγή ή μετάθεση επενδύσεων ενίσχυσης δικτύου, διανομής ειδικά αν υπάρχει συνδυασμός της διάταξης αποθήκευσης με κάποιας μορφής παραγωγής από μονάδες ΑΠΕ.

Renewable Energy Management: Είναι το πρόγραμμα όπου επιμορφώνει τους ανθρώπους για θέματα του περιβάλλοντος και των σχετικών ενεργειακών προβλημάτων και απαιτεί οικονομικές και διοικητικές ικανότητες πάνω από την κλασική τεχνική γνώση.

3.4 Οικονομικά και τεχνικά χαρακτηριστικά διατάξεων της ενεργειακής αποθήκευσης

3.4.1 Εισαγωγή

Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί σε διαφορετικές μορφές, με βάση την διάταξη ενεργειακής αποθήκευσης που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Οι διαφορετικές αυτές μορφές αποθήκευσης της ενέργειας έχουν ως αποτέλεσμα οι διάφορες διατάξεις ενεργειακής αποθήκευσης να εμφανίζουν διαφορετικά τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά. Με αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά προβαίνουμε σε σύγκριση των τεχνολογιών αποθήκευσης, ώστε να επιλέγουμε, ανάλογα με την εφαρμογή, τη βέλτιστη κάθε φορά τεχνολογία.

3.4.2 Όροι

Η κατανόηση των ορών αυτών δίνει την δυνατότητα στη σύγκριση των τεχνολογιών αποθήκευσης για το πλήθος των εφαρμογών τους. Πιο κάτω αναλύονται μερικοί από αυτούς τους σημαντικούς ορούς που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των χαρακτηριστικών των διατάξεων ενεργειακής αποθήκευσης.

- Η *εκτιμώμενη ενέργεια* η οποία είναι σημαντική για τον καθορισμό του χρονικού διαστήματος που η διάταξη αποθήκευσης μπορεί να παρέχει ενέργεια. Αντιθέτως, η εκτιμώμενη ισχύς είναι σημαντική για τον καθορισμό της ποσότητας της ενέργειας που μπορεί να «αποδεσμευτεί» από τη διάταξη ενεργειακής αποθήκευσης σε έναν καθορισμένο χρόνο. Μια διάταξη των 200 kWh με ισχύ 40 kW μπορεί να αποδώσει 40 kW σε 5 ώρες.
- Η *διάρκεια ζωής*, εκφράζεται σε έτη ή κύκλους. Αφορά το χρόνο λειτουργίας της διάταξης ενεργειακής αποθήκευσης. Εκφραζόμενη σε κύκλους, αναφέρεται στο μέγιστο αριθμό των κύκλων ,που η μονάδα αποθήκευσης μπορεί να αποδεσμεύσει την ποσότητα της ενέργειας για την οποία σχεδιάστηκε, μετά από κάθε επαναφόρτιση. Κάθε φόρτιση και μια εκφόρτιση αντιστοιχεί σε ένα κύκλο. Ο σχεδιασμός ενός συστήματος

αποθήκευσης που εξετάζει την αντοχή της μονάδας από την άποψη των κύκλων, πρέπει να είναι πρωταρχικής σημασίας κατά την επιλογή του συστήματος. Παρά ταύτα, η διάρκεια ζωής της μονάδας αποθήκευσης σε κύκλους δεν καθορίζεται πάντα με ακρίβεια.

- Οι *περιβαλλοντικές επιδράσεις*. Δεν πρέπει να αγνοούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρει ένα σύστημα ενεργειακής αποθήκευσης.
- Η *ενεργειακή απόδοση* είναι αυτή που ορίζεται ως ο λόγος της ενέργειας που αποδίδεται προς την ενέργεια που αποθηκεύεται. Η διαδικασία αποθήκευσης ενέργειας και στη συνέχεια η επαναπόδοσή της στην κατανάλωση, εμφανώς, γίνεται με την μεσολάβηση απωλειών, που έχει σαν αποτέλεσμα η ενέργεια που αποδίδεται να είναι μικρότερη από την ενέργεια που αποθηκεύεται. Τα συστήματα ενεργειακής αποθήκευσης εμφανίζουν απώλειες φόρτισης, αυτό-εκφόρτισης, καθώς και απώλειες λόγω απουσίας φορτίου. Ενεργειακές απώλειες παρατηρούνται επίσης και κατά τη μεταφορά της ενέργειας στον τόπο κατανάλωσης, αλλά και την μετατροπή του ηλεκτρικού ρεύματος προκειμένου να μπορεί να εκμεταλλευτεί με ασφάλεια και αξιοπιστία από τα φορτία.
- Η *ενεργειακή πυκνότητα* μετριέται σε Wh/kg. Ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας που μπορεί να αποδοθεί από μια μονάδα ενεργειακής αποθήκευσης ανά μονάδα όγκου ή μάζας. Ο συνδυασμός με το βάρος και το φυσικό μέγεθος της διάταξης αποθήκευσης, η ενεργειακή πυκνότητα καθορίζει την ποσότητα της ενέργειας.
- Η *αποθηκευτική ικανότητα*, εκφράζεται συνήθως σε MWh η οποία δηλώνει την ποσότητα της διαθέσιμης ενέργειας στο σύστημα αποθήκευσης μετά τη φόρτιση. Συνήθως, η επιφόρτιση δεν είναι πλήρης. Για το λόγο αυτό, η αποθηκευτική ικανότητα καθορίζεται βάσει της συνολικής ενέργειας που αποθηκεύεται και η οποία είναι μεγαλύτερη από αυτή που αποδίδεται, λόγω των ενεργειακών απωλειών.

- Το *κόστος* των διατάξεων ενεργειακής αποθήκευσης, το οποίο αναγράφεται συνήθως ως κόστος/kWh ή κόστος/kW. Τα κόστη σχετίζονται συνήθως με τις εφαρμογές για τις οποίες προορίζονται οι διατάξεις. Αυτό συνεπάγεται ότι σε μερικές διατάξεις θα εμφανίζονται υψηλό κόστος/kWh, αλλά σχετικά χαμηλότερο κόστος/kW, ενώ σε άλλες το αντίθετο.
- Η *αυτό-εκφόρτιση* η οποία ορίζεται ως το ποσοστό της ενέργειας που αποθηκεύτηκε αρχικά στη διάταξη ενεργειακής αποθήκευσης και παρέμεινε τελείως αναξιοποίητο. Εκφράζεται συνήθως σε ποσοστό ανά ώρα ή ανά ημέρα.
- Ο *χρόνος εκφόρτισης*, που ορίζεται ως η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας μια διάταξη ενεργειακής αποθήκευσης αποδεσμεύει την ενέργεια που έχει αποθηκεύσει. Ο χρόνος εκφόρτισης σχετίζεται με τη χωρητικότητα ισχύος της διάταξης, η οποία εκφράζεται σε kW ή MW.

3.4.3 Σύνοψη των τεχνικών απαιτήσεων των συστημάτων ενεργειακής αποθήκευσης

Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί, παρουσιάζεται μια σύνοψη των σημαντικότερων τεχνικών απαιτήσεων των συστημάτων ενεργειακής αποθήκευσης για εφαρμογές ενέργειας και εφαρμογές ισχύος. Υπενθυμίζουμε ότι σε εφαρμογές ισχύος οι διατάξεις ενεργειακής αποθήκευσης αποδεσμεύουν μεγάλο ποσό ισχύος σε σύντομο χρονικό διάστημα, ενώ σε ενεργειακές εφαρμογές οι διατάξεις ενεργειακής αποθήκευσης αποδεσμεύουν μεγάλο ποσό ενέργειας για μεγαλύτερη χρονική περίοδο.

<i>Απαιτήσεις</i>	<i>Εφαρμογές Ενέργειας</i>	<i>Εφαρμογές Ισχύος</i>
<i>Υψηλή χωρητικότητα ισχύος (Large power capacity) (MW)</i>	+	-
<i>Διάρκεια ζωής (Life-time) (σε έτη)</i>	+	+
<i>Ενεργειακή πυκνότητα (Energy density) (kWh / kg)</i>	-	+
<i>Χαμηλή αυτό-εκφόρτιση (Low self discharging) (%/ώρα ή %/ημέρα)</i>	+	-
<i>Διάρκεια ζωής (Life-time) (σε κύκλους)</i>	+	+
<i>Μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα (Large Storage Capacity) (MWh)</i>	+	-
<i>Πυκνότητα ισχύος (Power density) (kW/kg)</i>	+	+
<i>Χρόνος Πρόσβασης (Access time) (ms)</i>	-	++
<i>Ενεργειακή απόδοση (Energy efficiency) (%)</i>	+	+

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Απαιτήσεις συστημάτων ενεργειακής αποθήκευσης. (Στοιχεία Πίνακα: - λιγότερο σημαντικό | + σημαντικό | ++ πολύ σημαντικό).

3.5 Μέθοδοι Αποθήκευσης Ενέργειας

3.5.1 Συστήματα αποθήκευσης με μπαταρίες

Η μπαταρία παραμένει ο βασικός φορέας ενεργειακής αποθήκευσης. Οι μπαταρίες είναι μια από τις πιο οικονομικές, διαθέσιμες, αποδοτικές και ώριμες τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, μιας και είναι η γηραιότερη όλων τους. Βασίζονται στην αποθήκευση της ενέργειας με ηλεκτροχημικό τρόπο. Ένα σύστημα με μπαταρίες αποτελείται από ένα σετ χαμηλής ισχύος- τάσης κυττάρων τα οποία συνδέονται σε παράλληλα ή σε σειρά για να πετύχουν τα επιθυμητά ηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Οι μπαταρίες φορτίζονται όταν υφίστανται μια εξωτερική χημική αντίδραση υπό την επίδραση μιας διαφοράς δυναμικού στους ακροδέκτες τους. Αυτές αποδίδουν πίσω την αποθηκευμένη ενέργεια, ή αλλιώς εκφορτίζονται, όταν αντιστραφεί η χημική αυτή αντίδραση. Επειδή οι μπαταρίες διατηρούν μια τάση συνεχούς ρεύματος και διαφορά δυναμικού στα άκρα τους, είναι αναγκαία η μετατροπή της σε εναλλασσόμενο ρεύμα, προκειμένου να επιτευχθεί η επικοινωνία με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

3.5.2 Στρεφόμενες μάζες - Σφόνδυλοι

Η ενέργεια που αποθηκεύεται με την περιστροφή μιας στρεφομένης μάζας σε υψηλή ταχύτητα, μπορεί να μετατραπεί ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια με τη σύνδεση της μάζας σε μια γεννήτρια. Οι στρεφόμενες μάζες ή σφόνδυλοι, αναμένεται να έχουν εφαρμογές παροχής ισχύος και ενέργειας για μικρά χρονικά διαστήματα και κυρίως για την παροχή εφεδρείας και όχι τόσο για την παροχή ενέργειας. Η κινητική ενέργεια μιας μάζας που περιστρέφεται είναι ανάλογη της ροπής αδράνειας και του τετραγώνου της γωνιακής ταχύτητας του όπως φαίνεται στην παρακάτω εξίσωση:

$$E_K = \frac{1}{2} I \omega^2$$

- ❖ E_K = κινητική ενέργεια ,
- ❖ I = ροπή αδράνειας μάζας στροφέα
- ❖ ω = γωνιακή ταχύτητα του στροφέα

Η προσπάθεια να επιτευχθούν υψηλές περιστροφικές ταχύτητες, τις τελευταίες δεκαετίες, αρχίζει να δίνεται έμφαση στη σχεδίαση των στρεφόμενων μαζών που μετατοπίζονται από τη σχεδίαση της γεωμετρίας της μάζας. Ο χρόνος εκφόρτωσης αυτών των διατάξεων κυμαίνεται μεταξύ λίγων δευτερολέπτων και μέχρι 15-30 λεπτών, παρέχοντας βοήθεια, περισσότερη από τις μπαταρίες, σε εφαρμογές ισχύος αντί ενέργειας. Από την άλλη μεριά, από τις μπαταρίες, τα συστήματα στρεφόμενων μαζών δεν είναι ευαίσθητα στη θερμοκρασία και η απόδοσή τους μπορεί να φτάσει ως και 80-90% χωρίς ιδιαίτερη πτώση της με το χρόνο ζωής τους, ο οποίος φτάνει μέχρι τα 20 χρόνια. Πλεονέκτημα τους είναι ότι αξιώνουν μικρό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης.

3.5.3 Συστήματα αποθήκευσης με υπέρ-πυκνωτές και υπεραγωγία πηνία

Οι μονάδες υπέρ-πυκνωτών έχουν χωρητικότητα ισχύος και ενέργειας χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από αυτή των συμβατικών πυκνωτών. Είναι ικανοί να παρέχουν ισχύ της τάξης των 100kW, ενώ η ενέργειά τους είναι δυνατό να διοχετευτεί από κλάσματα του δευτερολέπτου έως και ένα λεπτό. Οι διατάξεις υπεραγωγίων πηνίων, στηρίζουν τη λειτουργία τους στη χρήση της τεχνολογίας των υπεραγωγίων υλικών γι' αυτό και απαιτούν σημαντικές ποσότητες ψύξης. Αυτές οι διατάξεις μπορούν να διαθέσουν έως και 2MW μέσα σε λίγους κύκλους του εναλλασσόμενου ρεύματος. Και οι δύο τύπου διατάξεις, και ειδικότερα αυτές των υπεραγωγίων πηνίων, αποτελούν μια αποτελεσματική λύση σε παροχή ποιότητας ισχύος στα δίκτυα διανομής. Αυτό που χαρακτηρίζουν την διάταξη των υπεραγωγίων πηνίων είναι ότι αυτά εμφανίζουν μηδενική αντίσταση στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και μεταφέρουν τον ηλεκτρισμό, χωρίς απώλειες, σε συστήματα ειδικά σχεδιασμένα ώστε να αποθηκεύουν αποτελεσματικά την ηλεκτρική ενέργεια μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο. Πρόσφατες παρουσιάσεις εφαρμογών διανομής ενέργειας δείχνουν ότι και τα υπεραγωγία πηνία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν τις ανανεώσιμες πηγές, συγκεκριμένα όπου υπάρχει ήδη κατάλληλη υποδομή ψύξης. Τα τελευταία χρόνια, μια διαδικασία που είναι περισσότερο συμφέρουσα από την κρυογόνο ψύξη είναι οι υψηλής θερμοκρασίας υπεραγωγοί οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες, βάση με τη βιομηχανικά, την τυποποιημένη ψύξη υγρού αζώτου.

3.5.4 Συστήματα αποθήκευσης με συμπιεσμένο αέρα (CAES)

Στα συστήματα αποθήκευσης με συμπιεσμένο αέρα η βασική ιδέα είναι ότι αέρας μπορεί να συμπιεστεί στα 800 ως 1600psi σε ειδικές γεωλογικές δομές και αφού αποσυμπιεστεί, μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό κινώντας έναν στρόβιλο. Η αποσυμπιέση γίνεται παραδείγματος χάριν κατά τη διάρκεια των αιχμών του φορτίου ενώ η συμπίεση του αέρα γίνεται κατά τη διάρκεια κοιλάδων φορτίου. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος παρουσιάζεται σε γενικές γραμμές στο παρακάτω σχήμα.



ΕΙΚΟΝΑ 3: Διάγραμμα λειτουργίας μονάδας CAES

3.5.5 Αντλησιοταμίευση

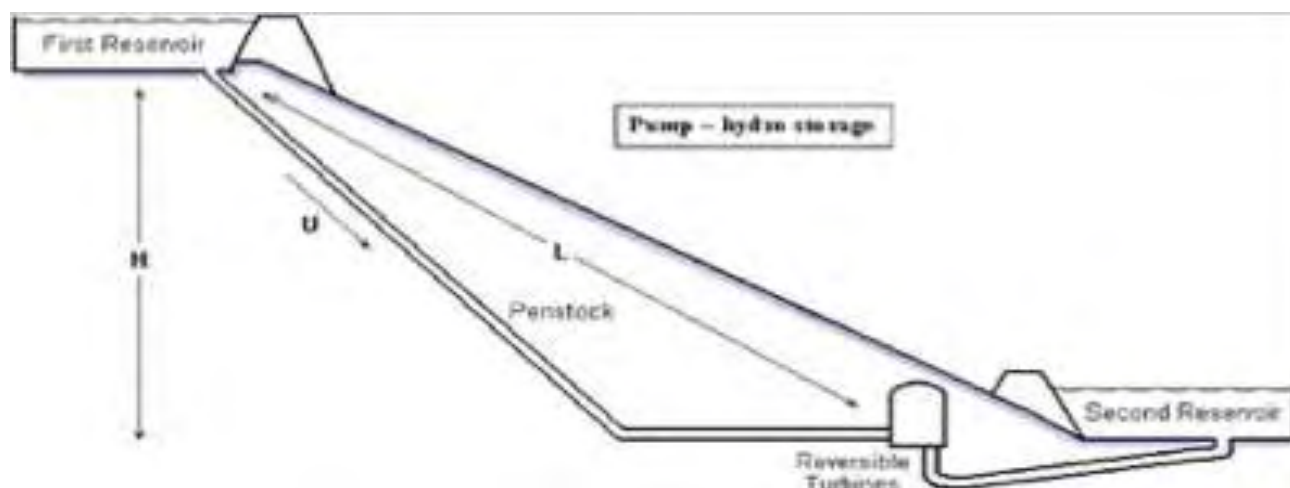
Η πιο διαδεδομένη ιδέα για τη μαζική αποθήκευση ενέργειας είναι η χρήση μονάδων αντλησιοταμίευσης. Σε μια δεξαμενή βρίσκεται αποθηκευμένη μια ποσότητα νερού. Όταν ζητηθεί ισχύς το νερό μπορεί να πέσει σε μια δεύτερη χαμηλότερα τοποθετημένη δεξαμενή με τη βοήθεια υδροστρόβιλου, ενώ όταν δεν υπάρχει πια ζήτηση ισχύος μπορεί με αντλίες να οδηγηθεί ξανά πίσω στην ψηλότερη δεξαμενή. Αυτή είναι η γενική ιδέα της αντλησιοταμίευσης.

Ένα σύστημα αντλησιοταμίευσης αποτελείται από τα εξής μέρη:

- μια ανώτερη δεξαμενή (First Reservoir),
- μια κατώτερη, δεύτερη δεξαμενή (Second Reservoir η οποία μπορεί να είναι ακόμη και η θάλασσα.
- αγωγοί νερού (Penstock)

- αντλία
- στρόβιλοι αντιστρέψιμης φοράς (Reversible Turbines)
- υδροστρόβιλος

Εντούτοις, η αντλησιοταμίευση μπορεί να δώσει υψηλή χωρητικότητα ενέργειας σε χαμηλό κόστος αλλά δεν χρησιμοποιείται όσο θα ήταν αναμενόμενο. Σε παγκόσμια κλίμακα είναι διαθέσιμα πάνω από 90GW ισχύος από την αντλησιοταμίευση. Ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις ενέργειας μεγάλης κλίμακας. Ο λόγος είναι αφενός μεν η εξειδικευμένη περιοχή που χρειάζεται για να κατασκευαστεί η εγκατάσταση και αφετέρου δε ο χρόνος που χρειάζεται για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία και να απελευθερωθεί η αποθηκευμένη ενέργεια, αφού αν η αντλία δεν λειτουργεί ήδη χρειάζεται χρόνος εκκίνησης.

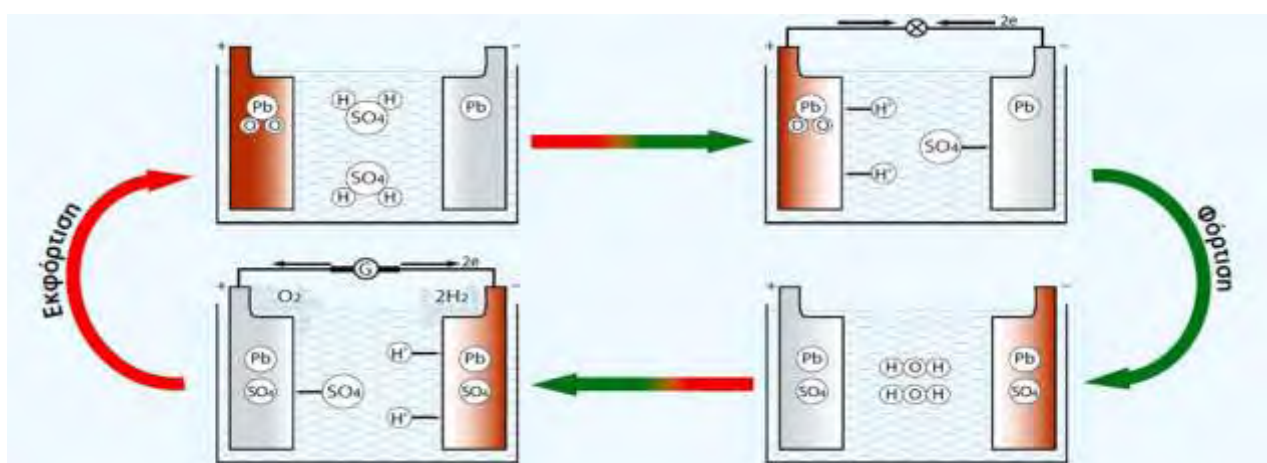


ΕΙΚΟΝΑ 4: Αναπαράσταση του συστήματος αντλησιοταμίευσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΗ ΜΟΡΦΗ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Η μπαταρία ή αλλιώς συσσωρευτής είναι μια χημική πηγή ρεύματος. Αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε χημική και όταν ζητηθεί, τότε την αποδίδει σε κάποιο εξωτερικό κύκλωμα. Αναλόγως με την επιθυμητή παραγόμενη τάση, διακρίνονται ένα ή περισσότερα ηλεκτρικά στοιχεία συνδεδεμένα παράλληλα ή σε σειρά ή και τα δύο. Το ηλεκτρικό στοιχείο βρίσκεται ανάμεσα στις δυο πλάκες από διαφορετικά μέταλλα, οι οποίες είναι βυθισμένες σε ένα δοχείο με υγρό. Ηλεκτρόδια ονομάζονται οι πλάκες, οι οποίες πρέπει να είναι αγωγίμες, και ο ηλεκτρολύτης είναι το υγρό, που επίσης πρέπει να είναι αγωγίμο. Τα ηλεκτρόδια αντιδρούν χημικά με τον ηλεκτρολύτη και η αντίδραση περιλαμβάνει τη μεταφορά ηλεκτρονίων από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο μέσω ενός εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος. Η επιφόρτιση της ηλεκτρικής μπαταρίας γίνεται με την σύνδεση των ηλεκτροδίων σε εξωτερικό ηλεκτρικό κύκλωμα που αυτό προκαλεί διέλευση ρεύματος. Η εκφορτισμένη ηλεκτρική μπαταρία φορτίζεται όταν αντίστροφες χημικές διεργασίες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε χημική ενώ παράλληλα έχει περάσει από αυτήν συνεχές ρεύμα από μια άλλη πηγή και οι αντίστροφες χημικές διεργασίες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε χημική.



ΕΙΚΟΝΑ 5: Γενική αναπαράσταση του συστήματος φόρτισης - εκφόρτισης μπαταρίας

Η κάθοδος, ή ειδιάλλως, το θετικό ηλεκτρόδιο, δέχεται τα ηλεκτρόνια και συνεπώς μειώνει το θετικό του φορτίο κατά τη διάρκεια ηλεκτροχημικής της αντίδρασης. Η άνοδος, ή διαφορετικά, το αρνητικό ηλεκτρόδιο, τροφοδοτεί ηλεκτρόνια το ηλεκτρικό κύκλωμα ή το φορτίο που οξειδώνεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης. Για την μεταφορά των ηλεκτρονίων μεταξύ ανόδου και καθόδου παρέχει το μέσο ο ηλεκτρολύτης καθώς επίσης η ηλεκτρική μόνωση χρησιμοποιούν διαχωριστές ανάμεσα στα θετικά και τα αρνητικά ηλεκτρόδια.

Από πολύ παλιά και μέχρι και σήμερα οι μπαταρίες έχουν εκτενής εφαρμογή στα οχήματα και σε μικρές ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες για αδιάλειπτη παροχή ενέργειας ή σε εφεδρικά συστήματα. Εμφανίζουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης της τάξης των 70-80% από τις εφαρμογές αποθήκευσης μηχανικής ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια η χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας χρησιμοποιούνται σε μεγάλους ρυθμούς στην ηλεκτροπαραγωγή.

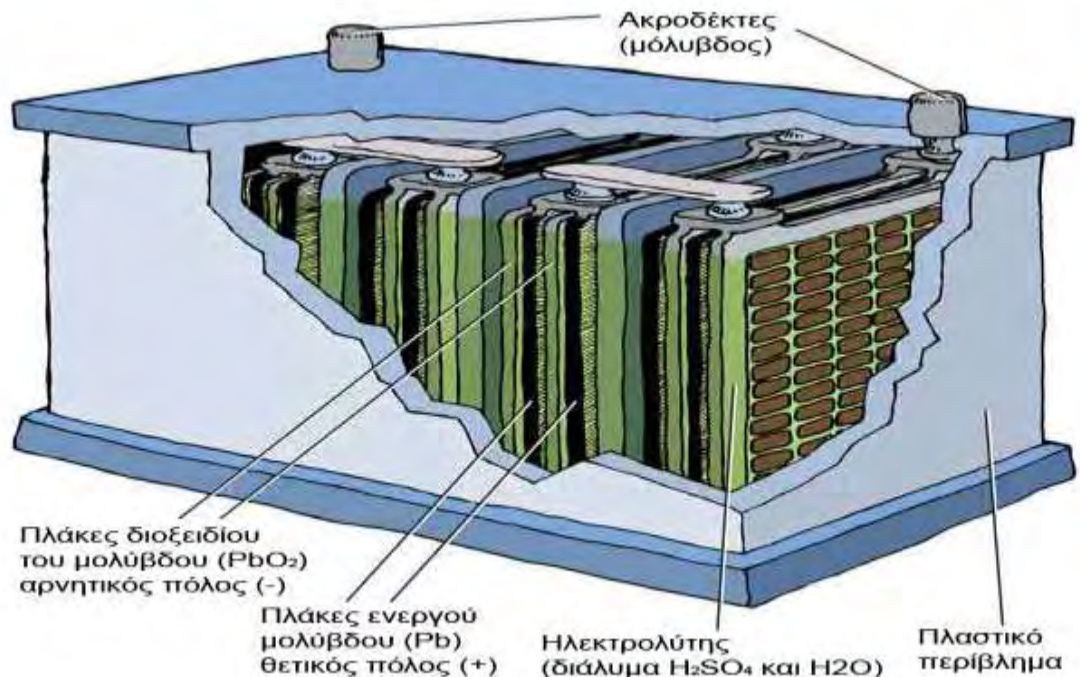
Εντούτοις, οι μπαταρίες είναι πολύ διαδεδομένο μέσον αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας και έχουν ορισμένα μειονεκτήματα όπως:

- η χαμηλή πυκνότητα ισχύος
- η μικρή ειδική ενέργεια αποθήκευσης
- είναι απαγορευτικό το κόστος τους για αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων
- η περιορισμένη διάρκεια ζωής

Βρίσκονται υπό ανάπτυξη μια πληθώρα τεχνολογιών ενεργειακής αποθήκευσης με μπαταρίες. Υπό τις σημερινές συνθήκες, εμπορικά διαθέσιμες είναι οι μπαταρίες εμβάπτισης μολύβδου – οξέος και οι VRLA (ρυθμιζόμενες με βαλβίδα μολύβδου – οξέος), καθώς επίσης και μερικές αλκαλικές μπαταρίες (NiCd, NiMH). Ορισμένες εξελιγμένες μπαταρίες που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης, είναι οι μπαταρίες ψευδαργύρου/βρωμιδίου, οι λιθίου, οι νατρίου-θείου (NaS) και οι μετάλλου- αέρα. Στις πιο κάτω παραγράφους του κεφαλαίου αναλύονται τι είναι κάθε μπαταριά καθώς επίσης και η λειτουργία τους.

Μια μπαταρία αποτελείται από πέντε βασικά μέρη:

1. Ένα πλαστικό ή ελαστικό δοχείο.
2. Τις θετικές και αρνητικές εσωτερικές πλάκες μολύβδου
3. Από πορώδες συνθετικό υλικό κατασκευάζονται οι ενδιάμεσες διαχωριστικές πλάκες.
4. Τον ηλεκτρολύτη, ένα αραιό διάλυμα θεικού οξέος και νερού, γνωστό ως οξύ της μπαταρίας
5. Τους πόλους μολύβδου και τους συνδετήρες των πλακών. Τόσο οι θετικές πλάκες όσο και οι αρνητικές, συνδέονται μεταξύ τους με ένα έλασμα που καταλήγει σε έναν ακροδέκτη, τον πόλο της μπαταρίας. Η συνδεσμολογία των θετικών πλακών καταλήγει στον θετικό πόλο και η συνδεσμολογία των αρνητικών πλακών καταλήγει στον αρνητικό πόλο.



ΕΙΚΟΝΑ 6: Βασικά μέρη μπαταρίας.

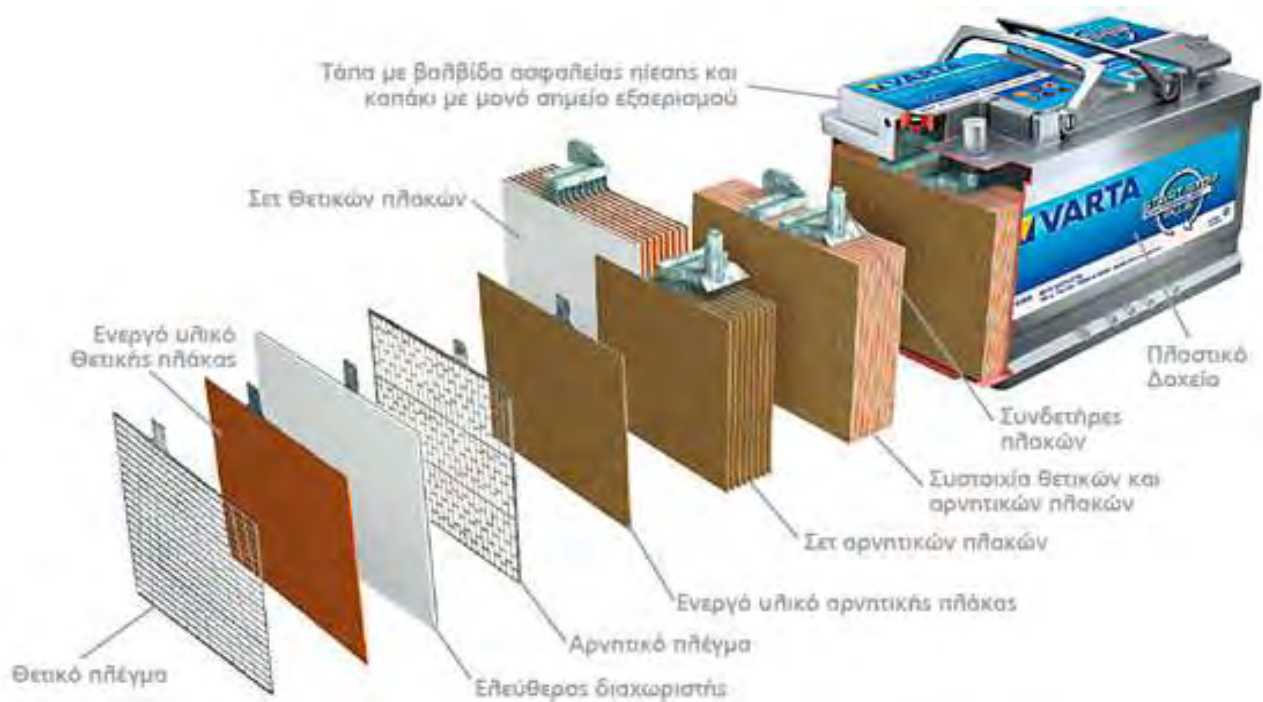
4.2 Μπαταρίες Μολύβδου - Οξέος

4.2.1 Εισαγωγή

Οι μπαταρίες αυτές είναι οι πιο διαδεδομένες παγκοσμίως. Ο περιορισμένος κύκλος ζωής των μπαταριών αυτών, αντισταθμίζονται με το χαμηλό κόστος τους, αν και εξαντλούνται σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες για την κατανόηση των μηχανισμών γήρανσης τους και την πρόταση τεχνικών αντιμετώπισής της. Σημαντική προϋπόθεση για την μακροζωία τους είναι η φόρτιση και η επιφόρτιση καθώς και η σωστή αποθήκευση. Τα συστήματα μολύβδου – οξέος βελτιώνονται σταδιακά και με διάφορους τρόπους. Η χρήση ηλεκτρολυτών σε μορφή gel, αντί για υγρό, είναι μια από τις μεγάλες βελτιώσεις που είχε ως αποτέλεσμα να μπορούν οι μπαταρίες να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε θέση χωρίς να χρειαστεί να ανεφοδιαστούν, και να είναι ανθεκτικές σε κραδασμούς. Στις ρυθμιζόμενες από βαλβίδα, μπαταρίες μολύβδου – οξέος (VRLA) η διαφυγή αερίου ρυθμίζεται από ευαίσθητες βαλβίδες πίεσης. Η απόδοση και ο χρόνος ζωής βελτιώνονται από τις καινοτόμες τεχνικές φόρτισης, όπως οι παλμικές μέθοδοι φόρτισης.

4.2.2 Λειτουργία των Μπαταριών Μολύβδου - Οξέος

Βασίζονται σε χημικές αντιδράσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν διοξείδιο του μολύβδου (PbO_2) για το σχηματισμό του ηλεκτροδίου καθόδου, μόλυβδο (Pb) για το σχηματισμό του ηλεκτροδίου ανόδου και θειικό οξύ (H_2SO_4) που ενεργεί ως ηλεκτρολύτης. Η τάση ενός στοιχείου μολύβδου – οξέος εκτιμάται στα 2 Volt και η τυπική ενεργειακή πυκνότητα είναι περίπου 30 Wh/kg (25- 45 Wh/kg), με πυκνότητα ισχύος γύρω στα 180 W/kg. Επιπλέον, οι μπαταρίες εμβάπτισης μολύβδου - οξέος παρουσιάζουν ικανοποιητικές ενεργειακές αποδόσεις, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 60 και 95%, εγκαθίστανται εύκολα, απαιτούν χαμηλού επίπεδου συντήρηση και παρουσιάζουν χαμηλό κόστος επένδυσης. Ακόμα, τα ποσοστά αυτό-εκφόρτισης για αυτό το είδος μπαταριών είναι πολύ χαμηλά (γύρω στο 2-5% ανά μήνα), καθιστώντας τις μπαταρίες μολύβδου – οξέος ιδανικές για εφαρμογές μακροπρόθεσμης αποθήκευσης ενέργειας.



ΕΙΚΟΝΑ 7 : Μια μπαταρία μολύβδου οξέος λειτουργεί σε μια συνεχή διαδικασία φόρτισης και εκφόρτισης μετατρέποντας την χημική ενέργεια σε ηλεκτρική.

4.2.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Μερικά από τα πλεονεκτήματα των μπαταριών μολύβδου- οξέος είναι:

- Υπάρχει μεγάλο εύρος διαστάσεων και χωρητικότητας.
- Αν αποθηκευτούν χωρίς τον ηλεκτρολύτη συνεπάγεται με απεριόριστη διάρκεια ζωής,
- Ανοχή στη υπερφόρτιση και κακή μεταχείριση τους.
- Διαχειρίζονται μεγάλη ποσότητα ρεύματος.
- Χαμηλή εσωτερική εμπέδηση.
- Εύκολα ανακυκλώνονται.

Και μερικά από τα μειονεκτήματα των μπαταριών μολύβδου- οξέος είναι:

- Ογκώδης και βαριά
- Χρειάζεται μεγάλο χρόνο φόρτιση
- Κατά τη φόρτιση ενδέχεται κίνδυνος υπερθέρμανσης
- Κίνδυνος έκρηξης από τα παραγόμενα αέρια

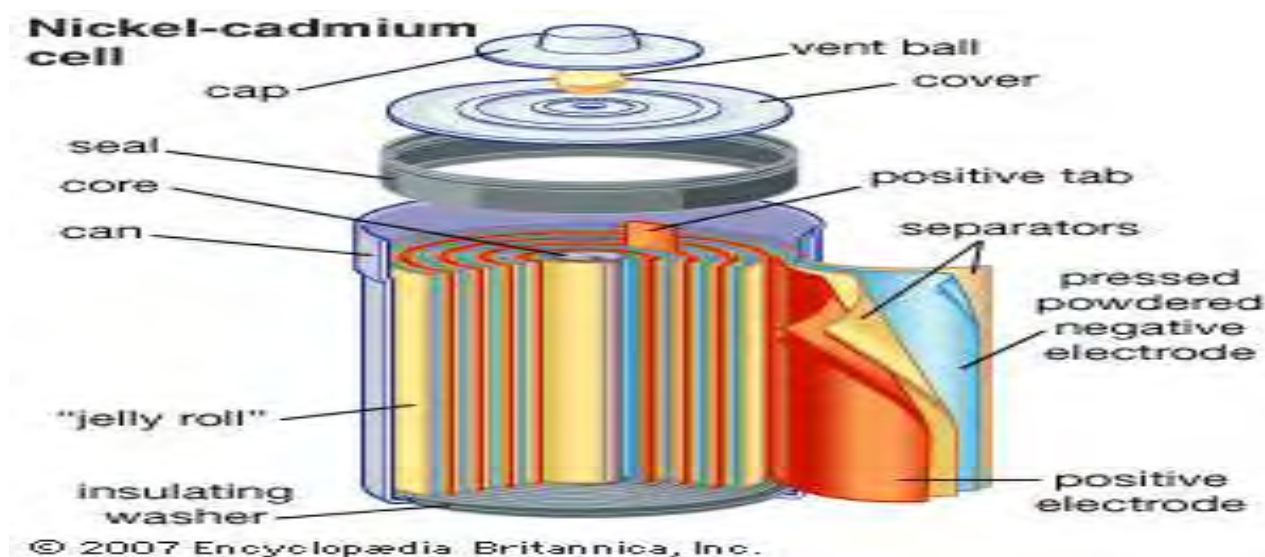
4.3 Μπαταρίες Νικελίου – Καδμίου (Ni-Cd)

4.3.1 Εισαγωγή

Μολονότι οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου είναι πιο ακριβές από τις μολύβδου – οξέος, έχουν διπλάσιο χρόνο ζωής. Καθότι δεν απαιτείται παρακολούθηση κατά τη λειτουργία τους, μπορούν να τοποθετηθούν σε απομακρυσμένες περιοχές με δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες και στην κυριολεξία να ξεχαστούν.

4.3.2 Λειτουργία των Μπαταριών Νικελίου – Καδμίου

Πιο εκτενής, οι συσσωρευτές νικελίου-καδμίου κλειστού τύπου, μπορούν να επαναφορτίζονται σε υψηλούς ρυθμούς μέσα σε διάστημα μικρότερο της 1ώρας από ελεγχόμενες συνθήκες. Μερικές έχουν την ικανότητα να επαναφορτιστούν μέσα σε τρεις με πέντε ώρες χωρίς να υπάρχουν συγκεκριμένες συνθήκες, αντίθετα με άλλες που για την πλήρη φόρτισή τους που χρειάζονται πλήρως 14 ώρες. Χαρακτηρίζονται για την λειτουργία τους σε χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι -40°C , ενώ σε ψηλές θερμοκρασίες μπορούν να λειτουργήσουν έως τους 50°C που σε μερικές περιπτώσεις φτάνουν μέχρι και τους 70°C . Μπορούν να λειτουργήσουν ως εφεδρική πηγή ενέργειας για πέντε με επτά χρόνια δηλαδή η διάρκεια ζωής τους ξεπερνά τους πεντακόσιους κύκλους φόρτισης.



ΕΙΚΟΝΑ 8: Βασικά μέρη μπαταρίας Νικελίου – Καδμίου (Ni-Cd).

4.3.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Μειονεκτήματα των μπαταριών Νικελίου – Καδμίου:

- Φαινόμενο μνήμης
- Τοξικά χημικά -μη φιλικές προς το περιβάλλον- ανακυκλώσιμη. Ως εναλλακτική πρόταση για αυτές τις μπαταρίες είναι οι μπαταρίες Ni-MH (nickel metal Hybride) οι οποίες έχουν λιγότερο τοξική συμπεριφορά, μεγάλη πυκνότητα ενέργειας και μεγάλο χρόνο ζωής.
- Χρειάζονται συχνή πλήρη αποφόρτιση

Πλεονεκτήματα των μπαταριών Νικελίου – Καδμίου:

- Αντέχει πάνω από 1000 κύκλους φόρτισης- αποφόρτισης
- Χαμηλή τιμή
- Πολύ καλό ποσοστό φόρτισης και καλή απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Είναι από τις πιο ανθεκτικές μπαταρίες αντέχουν στην κακή διαχείριση τους
- Μεγάλη ολική διάρκεια ζωής και αποθήκευσης
- Γρήγορη φόρτιση

4.4 Μπαταρίες Ιόντων λιθίου (Li-Ion)

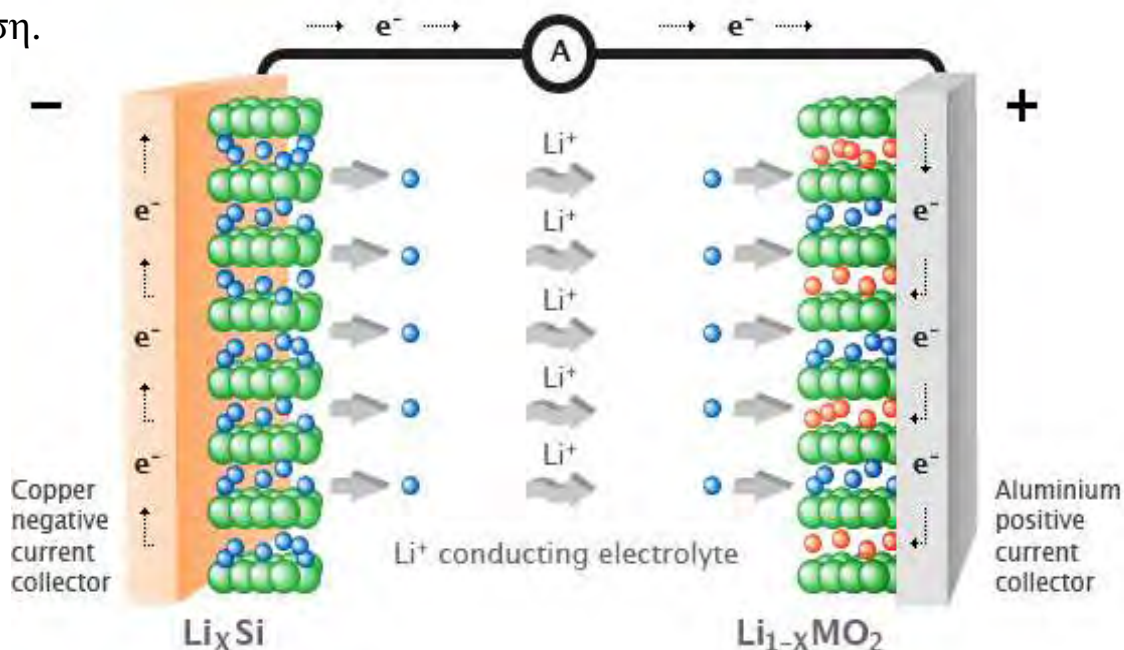
4.4.1 Εισαγωγή

Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου, αφού το λίθιο είναι το πιο ελαφρύ μέταλλο, είναι μέχρι και σαράντα τοις εκατόν πιο ελαφριές από τις άλλες μπαταρίες. Το γεγονός αυτό, τις καθιστά ταυτόχρονα πιο ελαφριές και πιο συμπαγείς, σε συνδυασμό με τη διαφορετική δομή των μπαταριών λιθίου σε σχέση με τις συμβατικές. Εκτός αυτού όμως επιτυγχάνουν υψηλότερες τάσεις λόγω ποιοτικότερων χημικά συστατικών. Οι μπαταρίες λιθίου με την υψηλή ταχύτητα παροχής ρεύματος στα κατιόντα λιθίου δεν δημιουργούνται κρύσταλλοι καθώς επίσης διαθέτουν μια εσωτερική αντίσταση που διασφαλίζει την υψηλή ηλεκτρονική αγωγιμότητα των ηλεκτροδίων.

4.4.2 Λειτουργία των Μπαταριών Ιόντων λιθίου

Για ένα συσσωρευτή ιόντων λιθίου τα ενεργά υλικά των ηλεκτροδίων του, είναι για το θετικό ηλεκτρόδιο το μεταλλικό οξείδιο λιθίου και για το αρνητικό ηλεκτρόδιο οι ενώσεις γραφίτη. Τα υλικά αυτά είναι συνδεδεμένα με ένα μεταλλικό φύλλο συλλογής ρεύματος με συνδετικό υλικό και με ένα αγωγίμο αραιωτικό, συνήθως μαύρο άνθρακα ή γραφίτη μεγάλης επιφάνειας. Ανάλογα με τον τύπο του συσσωρευτή, τα ηλεκτρόδια μονώνονται ηλεκτρικά με τη βοήθεια πολυπροπυλενικού διαχωριστικού φύλλου μικροπορώδους ή πολυαιθυλενικού, το οποίο περιέχει υγρό ηλεκτρολύτη και ένα στρώμα πολυμερών σε μορφή gel ή ένα στρώμα στερεού ηλεκτρολύτη.

Τα πιο συνηθισμένα υλικά για το θετικό ηλεκτρόδιο είναι το οξείδιο λιθίου-μαγγανίου και το οξείδιο λιθίου-κοβαλτίου με συλλέκτη ρεύματος φύλλων αλουμινίου. Για το αρνητικό ηλεκτρόδιο συνήθως χρησιμοποιείται γραφιστικός άνθρακας με συλλέκτη ρεύματος από χαλκό. Οι πρώτες μπαταρίες που εμφανίστηκαν στην αγορά χρησιμοποιούσαν οξείδιο λιθίου-κοβαλτίου το οποίο έχει καλή ηλεκτρική συμπεριφορά, παρασκευάζεται εύκολα, έχει καλές ιδιότητες ασφαλείας και μένει αρκετά ανεπηρέαστο από την υγρασία και κατά τις διάφορες διεργασίες. Το οξείδιο λιθίου-μαγγανίου χρησιμοποιήθηκε αργότερα ως υλικό του θετικού ηλεκτροδίου προσφέροντας χαμηλότερο κόστος και βελτιωμένη απόδοση.



ΕΙΚΟΝΑ 9: Σχηματική απεικόνιση της ηλεκτροχημικής διεργασίας σε ένα στοιχείο ιόντων λιθίου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΛΙΘΙΟΥ

Χαρακτηριστικά	Εκτίμηση
Χαμηλό Κόστος	Οικονομικό- 540€- 895€ / KWh
Βάθος εκφόρτισης	85-95%
Κύκλος Ζωής	Πολύ καλός (3000 κύκλοι)
Συντήρηση	Χαμηλή
Πυκνότητα Ενέργειας	Μεγάλη
Ικανότητα Χωρητικότητας	Πολύ καλή
Ρίσκο Χρησιμοποίησης	Νέα Τεχνολογία

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Μορφή μετατροπής ενέργειας ανάλογα με την αντιπροσωπευτική διάταξη αποθήκευσης

4.4.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα των μπαταριών Ιόντων λιθίου

- Δεν χρειάζονται αρχική φόρτιση
- Αφού απουσιάζει το φαινόμενο μνήμης δεν χρειάζονται αποφόρτιση
- Δεν αποφορτίζονται γρήγορα σχετικά
- Ιδανική μπαταρία για που χρησιμοποιούν γκάζι

Μειονεκτήματα των μπαταριών Ιόντων λιθίου

- Ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται είναι ευαίσθητες στην γήρανση
- Χρειάζονται προστατευτικό κύκλωμα για να διατηρούν την τάση στα όρια της
- Ακριβές

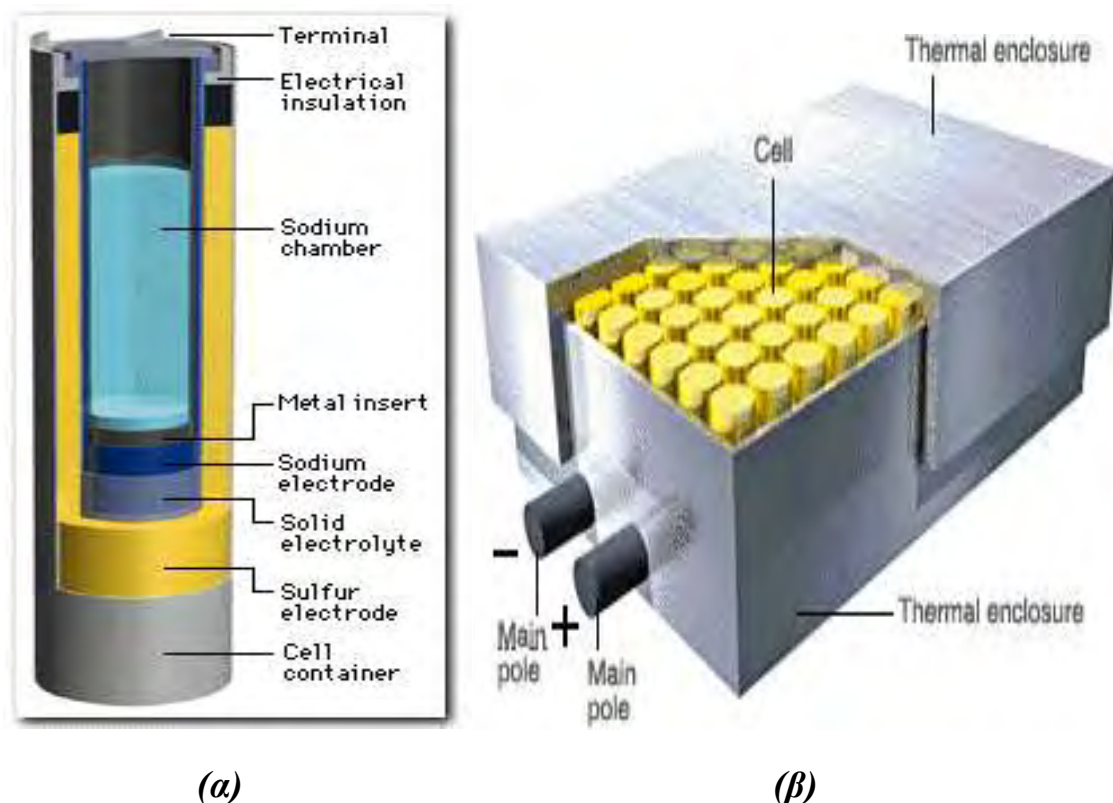
4.5 Μπαταρίες θεικού - νατρίου (NaS)

4.5.1 Εισαγωγή

Οι μπαταρίες θεικού - νατρίου (NaS - Sodium Sulphur) που αρχικά αναπτύχθηκαν από τη Ford Motor Company για αυτοκίνητα, έχουν πολύ μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα. Από τις μπαταρίες μολύβδου-οξέος απαιτούνται μικρότερες ανάγκες συντήρησης. Η πιο σημαντική εγκατάσταση τέτοιων μπαταριών αφορά εγκαταστάσεις ενίσχυσης άεργου ισχύος σε υποσταθμούς, παρέχοντας όμως και τη δυνατότητα κυκλικής λειτουργίας.

4.5.2 Λειτουργία

Τα κύτταρα θεικού - νατρίου (Na/S) έχουν εξαιρετική απόδοσή περίπου στο 89%. Τα κύρια υλικά που αποτελούν την μπαταρία θεικού νατρίου αποτελείται από λειωμένο θείο που λειτουργεί σαν θετικό ηλεκτρόδιο είναι και λειωμένο νάτριο που λειτουργεί σαν αρνητικό ηλεκτρόδιο. Τα ηλεκτρόδια χωρίζονται από την αλουμίνια νάτριο, το οποίο χρησιμεύει επίσης ως ηλεκτρολύτης και από ένα στερεό κεραμικό που αυτό το κεραμικό επιτρέπει να περνούν μόνο θετικά φορτισμένα ιόντα νατρίου. Την ώρα της εκκένωσης των ηλεκτρονίων που έχουν αφαιρεθεί από το μεταλλικό νάτριο, ένα αρνητικά φορτισμένο ηλεκτρόνιο για κάθε άτομο νατρίου, είναι αυτό που οδηγεί στον σχηματισμό των ιόντων του νατρίου που κινούνται μέσω του ηλεκτρολύτη στο θετικό ηλεκτρόδιο. Η μπαταρία πρέπει να διατηρείται σε ζεστό κλίμα, συνήθως μεγαλύτερο από 300 °C για τη διευκόλυνση της διαδικασίας.



ΕΙΚΟΝΑ 10: (α) Ανάλυση υλικών σε κάθε Κύτταρο της μπαταρίας θειικού - νατρίου και (β) Βασικά μέρη μπαταρίας θειικού - νατρίου (NaS)

4.6 Μπαταρίες μετάλλου-αέρα

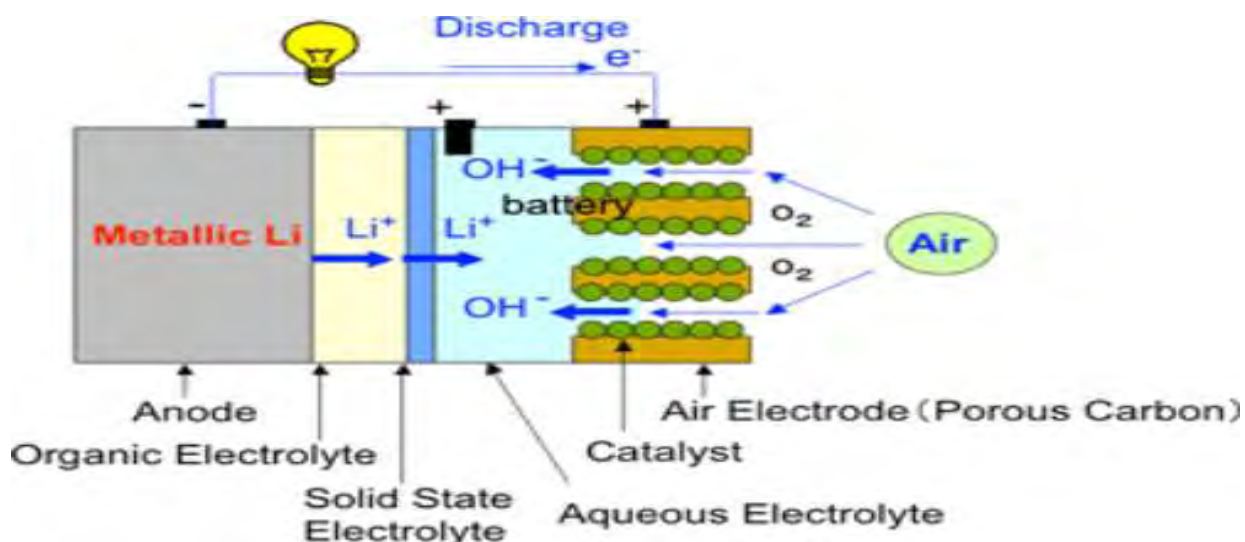
4.6.1 Εισαγωγή

Η υψηλή πυκνότητά τους σε συνδυασμό με το ότι είναι οι φθηνότερες μπαταρίες αυτό δίνει την εξήγηση γιατί πολλές γνωστές εταιρείες την παράγουν. Οι μπαταρίες μετάλλου – αέρα είναι δομικά ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον. Αλλά η υψηλή ενέργεια, η ελεγχόμενη εκφόρτιση και το χαμηλό κόστος θα μπορούσαν να τις καθιστούν κατάλληλες για πολλές εφαρμογές, η μόνη γνωστή και κατάλληλη επαναφορτιζόμενη συσκευή είναι ένα σύστημα ψευδαργύρου – αέρος. Το σύστημα αυτό έχει πολύ μικρό κύκλο ζωής με αποτελεσματικότητα φόρτισης/εκφόρτισης περίπου 50%. Μερικοί κατασκευαστές ξεπερνούν τη δυσκολία επαναφόρτισης προσφέροντας συσκευές που είναι δυνατό να ανεφοδιαστούν έτσι ώστε να αντικατασταθεί το μέταλλο που καταναλώθηκε. Αυτή η λύση όμως έχει συνέπειες στον κύκλο ζωής, το κόστος και την ευκολία χρήσης.

Παραδείγματος χάριν, οι μπαταρίες λιθίου – αέρα μπορούν να αποθηκεύσουν τετραπλάσια ποσότητα ενέργειας συγκριτικά με τις συμβατικές, όμως η ανάπτυξή τους μέχρι σήμερα περιοριζόταν από ποικίλους παράγοντες με κυριότερο τη δυσκολία να παρατηρήσει κανείς άμεσα τι ακριβώς συμβαίνει στο εσωτερικό τους όταν αυτές οι μπαταρίες φορτίζονται και αποφορτίζονται. Το βασικό ελάττωμα των μπαταριών λιθίου – αέρα που αναπτύχθηκαν είναι ότι χάνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας κατά τη διαδικασία της φόρτισης και της αποφόρτισης, ενώ ο κύκλος ζωής τους είναι περιορισμένος. Ωστόσο, εκτιμάται ότι η νέα μέθοδος για τη λεπτομερή μελέτη των αντιδράσεων στο εσωτερικό τους θα μπορούσε να βοηθήσει τους επιστήμονες να σχεδιάσουν βελτιωμένες μπαταρίες λιθίου – αέρα, οι οποίες εμποδίζουν την απώλεια ενέργειας κατά τη φόρτιση και την αποφόρτιση.

4.6.2 Λειτουργία

Στην άνοδο χρησιμοποιούνται συνήθως κατάλληλα μέταλλα όπως για παράδειγμα το αλουμίνιο, ο ψευδάργυρος, το λίθιο, ο μόλυβδος ακόμα και ο σίδηρος, τα οποία τοποθετούνται σε ρευστό ή πολυμερή ενσωματωμένο ηλεκτρολύτη π.χ. από κάλιο, και απελευθερώνουν ηλεκτρόνια κατά τη μετέπειτα αντίδραση οξείδωσης. Αυτά καθώς έλκονται από την κάθοδο καταλύτη και άνθρακα καθώς ρέουν σε ένα εξωτερικό κύκλωμα, δημιουργούν διαφορά δυναμικού στα άκρα της μπαταρίας.

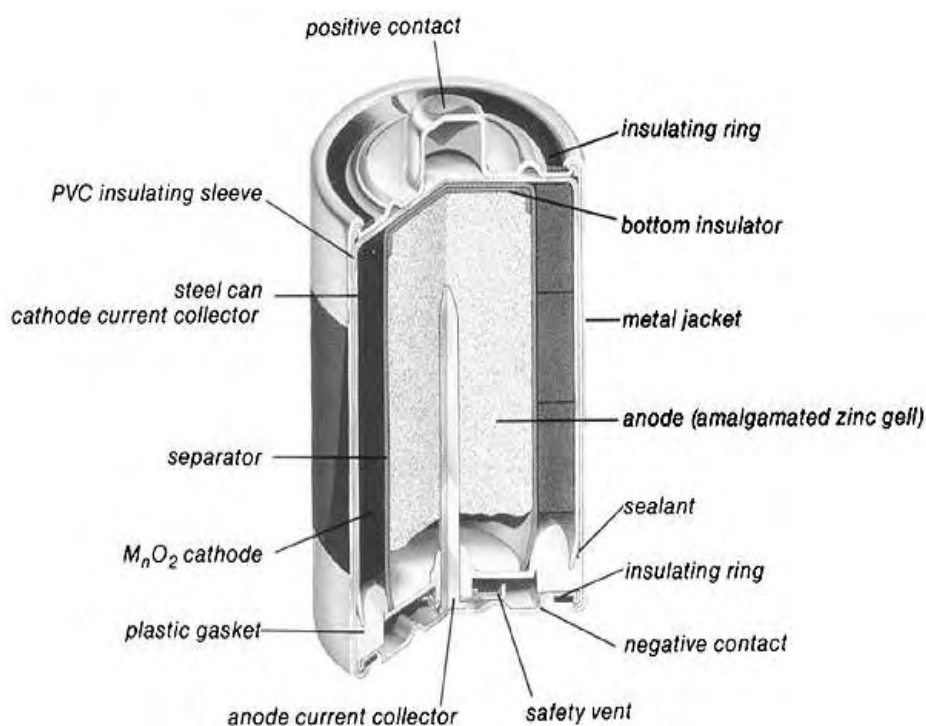


ΕΙΚΟΝΑ 11: Βασικά μέρη και ο τρόπος λειτουργίας της μπαταρίας μετάλλου-αέρα

4.7 Αλκαλικές μπαταρίες

4.7.1 Εισαγωγή

Το 1950 ανακαλύφθηκαν οι κοινές αλκαλικές μπαταρίες. Οι ερευνητές, μετά το πέρας του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, θεώρησαν και πάλι ότι η μπαταρία ήταν ένα υπολογίσιμο θέμα έρευνας. Ο Lewis Urry, το 1950, ένας μηχανικός που εργαζόταν για την εταιρία Eveready (η γνώστη ως Energizer) ανέπτυξε μια μπαταρία που αποτελείτο από το διοξείδιο του μαγγανίου και σκόνη ψευδάργυρου. Πρόκειται για τις μπαταρίες που έπληξαν την αγορά το 1959, και απέδειξαν ότι ήταν ένα τεράστιο βήμα, στην εξέλιξη της μπαταρίας.



ΕΙΚΟΝΑ 12: Βασικά μέρη αλκαλικών μπαταριών

4.7.2 Λειτουργία

Οι αλκαλικές μπαταρίες χωρίζονται κυρίως σε τρεις κατηγορίες:

- Οι μπαταρίες νικελίου – υδριδίου μετάλλου (NiMH)
- Οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου (NiCd),
- Οι μπαταρίες νικελίου – ψευδαργύρου (NiZn)



ΕΙΚΟΝΑ 13: Τρεις τύποι αλκαλικών μπαταριών

Οι τρεις αυτές κατηγορίες χρησιμοποιούν το ίδιο υλικό το οποίο είναι υδροξείδιο του νικελίου και υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου με υδροξείδιο του λιθίου αντίστοιχα για το θετικό ηλεκτρόδιο και για τον ηλεκτρολύτη. Στο αρνητικό ηλεκτρόδιο σε κάθε τύπο αλλάζει η σύσταση των υλικών. Η μπαταρία νικελίου– ψευδαργύρου αποτελείται από το υδροξείδιο του ψευδαργύρου, η μπαταρία νικελίου-καδμίου χρησιμοποιεί υδροξείδιο του καδμίου και η νικελίου-υδριδίου μέταλλου ένα κράμα μετάλλων.

Η τάση για τις αλκαλικές μπαταρίες εκτιμάται γύρω στα 1,2 Volt και 1,65 Volt για τις μπαταρίες νικελίου– ψευδαργύρου, ενώ οι τυπικές μέγιστες ενεργειακές πυκνότητες είναι υψηλότερες από τις μπαταρίες μολύβδου – οξέος. Και τα τρία αυτά είδη μπαταριών νικελίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι και $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Για παράδειγμα, η μπαταρία νικελίου-καδμίου παρουσιάζει ενεργειακή πυκνότητα 50 Wh/kg , η μπαταρία νικελίου-υδριδίου 80 Wh/kg και η μπαταρία νικελίου– ψευδαργύρου 60 Wh/kg [watt-hour per kilogram]. Η τυπική διάρκεια ζωής λειτουργίας και ο αριθμός κύκλων είναι από 1000 μέχρι 2000 κύκλους φόρτισης - εκφόρτωσης στις μπαταρίες νικελίου-καδμίου και νικελίου-υδριδίου μέταλλου. Επιπροσθέτως, ο κύκλος ζωής είναι υψηλότερος από τις μπαταρίες μολύβδου - οξέος, ενόσω η μπαταρία νικελίου– ψευδαργύρου παρουσιάζει ίδια ή μικρότερη διάρκεια ζωής από τις μπαταρίες μολύβδου – οξέος.

Παρά τα ανώτερο πλεονεκτήματα των μπαταριών νικελίου έναντι των μπαταριών μολύβδου – οξέος, και τα τρία αυτά είδη μπαταριών νικελίου παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα συγκριτικά με τις

μπαταρίες μολύβδου – οξέος από άποψη βιομηχανικής χρήσης, καθώς και της εφαρμογής για την ενίσχυση ηλεκτρικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Εν γένει, η μπαταρία νικελίου – καδμίου μπορεί να είναι περίπου τέσσερις φορές ακριβότερη από μια μπαταρία μολύβδου – οξέος και περίπου δύο φορές ακριβότερη από τις μπαταρίες Λιθίου αλλά είναι η μοναδική από τις τρεις κατηγορίες αλκαλικών μπαταριών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ για την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας

Γενικά, οι μπαταρίες με υλικό το νικέλιο παρουσιάζουν χαμηλές ενεργειακές αποδόσεις από τις μολύβδου – οξέος. Οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου παρουσιάζουν ψηλότερα ποσοστά αυτό-εκφόρτισης από τις μπαταρίες μολύβδου – οξέος. Το πιο σημαντικό μειονέκτημα των μπαταριών νικελίου – καδμίου είναι η υψηλή τοξικότητα του καδμίου. Αν και αυτό το μέταλλο είναι ιδιαίτερα ανακυκλώσιμο, είναι υπερβολικά τοξικό.

Οι μπαταρίες νικελίου – καδμίου χρησιμοποιούνται κατά κόρον στις επικοινωνίες και τον ιατρικό εξοπλισμό, αλλά έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς και σε υπό ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων. Οι μπαταρίες νικελίου – υδριδίου μετάλλου χρησιμοποιούνται προσωρινά στους φορητούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τον ιατρικό εξοπλισμό. Οι μπαταρίες νικελίου – ψευδαργύρου δεν είναι διαθέσιμες εμπορικά αφού βρίσκονται υπό ανάπτυξη.

4.8 Μπαταρίες Ροής

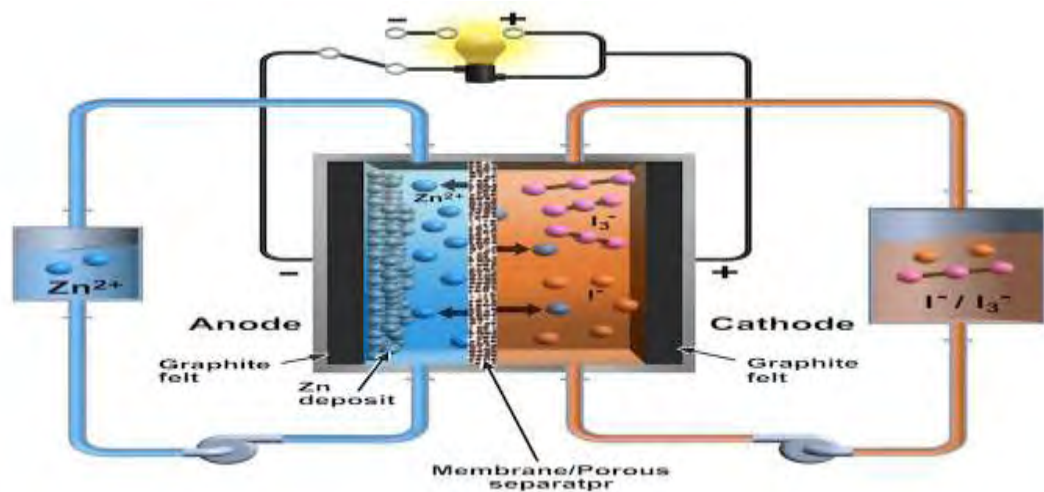
4.8.1 Εισαγωγή

Η μπαταρίες-ροής προσφέρουν μεγάλη χωρητικότητα όγκου αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας. Μια τέτοια τεχνολογία προβλέπεται να αλλάξει άρδην τα δεδομένα στην αποθήκευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό συνεπάγεται στην επίλυση των διάφορων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η έλλειψη παραγωγής ηλεκτρισμού από τις ΑΠΕ, όπως είναι η αιολική και ηλιακή ενέργεια.

4.8.2 Λειτουργία

Επειδή η ενέργεια στις μπαταρίες ροής αποθηκεύεται σε υγρό σε εξωτερικές δεξαμενές, αυτό δηλώνει ότι η χωρητικότητα αποθήκευσης περιορίζεται μόνο από το μέγεθος των δεξαμενών. Ως φυσικό επακόλουθο, αποθηκεύονται μεγαλύτερα ποσά ενέργειας, σε σχέση με τις παραδοσιακές μπαταρίες στερεών ηλεκτροδίων (solid - state). Έστω κι έτσι, η τεχνολογία αυτή των μπαταριών ροής χρησιμοποιεί ακριβά μέταλλα, όπως το η πλατίνα ή βανάδιο, για ηλεκτρολύτες, με αποτέλεσμα το υψηλό κόστος ανά κιλοβατώρα αποθήκευσης.

Οι μπαταρίες ροής κυμαίνονται από 5–500 MW για αποθήκευση υψηλών ποσοτήτων ισχύος και είναι ενδεδειγμένες για περιόδους διάρκειας από ένα δευτερόλεπτο μέχρι και δώδεκα ώρες. Η διαδικασία αποθήκευσης των ηλεκτρολυτών είναι η αποθήκευση σε ξεχωριστές δεξαμενές, από τις οποίες ρέει μέσα σε σωλήνες, συγκρατώντας τη συναρμολόγηση των ηλεκτροδίων της μπαταρίας. Οι μπαταρίες ροής αποθηκεύουν και αποδεσμεύουν την ενέργεια μέσω μιας αντίστροφης ηλεκτροχημικής αντίδρασης μεταξύ δύο ηλεκτρολυτών. Αυτή η διάταξη διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό τους ογκομετρικούς περιορισμούς που τίθενται σχετικά με την ποσότητα του ηλεκτρολύτη που μπορεί να συνδεθεί με ένα δεδομένο σύστημα, και ως εκ τούτου αυξάνει και την ποσότητα της ισχύος που μπορεί να αποθηκευτεί.



ΕΙΚΟΝΑ 14: Βασικά μέρη και τρόπος λειτουργίας των μπαταριών ροής

4.8.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα των μπαταριών - ροής

- Οικολογική χρήση σε σχέση με τις τοξικές ουσίες όπως ο μόλυβδος και το κάδμιο δηλαδή τις συμβατικές τεχνολογίες αποθήκευσης.
- Έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής και είναι επαναχρησιμοποιήσιμοι οι ηλεκτρολύτες των συστημάτων αυτών.
- Δεν καταστρέφονται από τις επαναλαμβανόμενες φορτίσεις και επιφορτίσεις. Το σύστημα μπορεί να εκφορτιστεί και φορτιστεί περισσότερες από 13000 φορές χωρίς υποβάθμιση στην συνολική απόδοση.
- Η απόδοση του συστήματος είναι περίπου 70-78%.
- Μπορεί να φορτιστούν μηχανικά αλλά και ηλεκτρικά.
- Έχουν χαμηλά επίπεδα αυτό-εκφόρτισης .

Μειονεκτήματα των μπαταριών - ροής

- Πολύπλοκο σύστημα.
- Αυτό που μπορεί να αποτελέσει ένα βασικό μειονέκτημα είναι ότι το σύστημα περιλαμβάνει υδραυλικά συστήματα, βοηθητικό εξοπλισμό και αντλίες.
- Ο λόγος kW/m^3 των μπαταριών ροής είναι υψηλότερος σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη μπαταρία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΜΑΣ ΖΩΗ

5.1 Εισαγωγή

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η διαρκώς αυξανόμενη και αλματωδώς εξάπλωση της χρήσης οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσεως έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό σε 2 σημαντικά προβλήματα που επιβάλλουν οπωσδήποτε λύση, τα οποία είναι πιο κάτω:

1. Στα μεγάλα αστικά κέντρα διαγράφονται πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αερίων ρύπων. Οι ίδιοι ρύποι είναι αυτοί που σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελούν την κλιματική αλλαγή και κατ'επέκταση το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Άρα παροχή βοήθειας στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε ολόκληρο τον πλανήτη
2. Καταβάλλεται προσπάθεια ώστε να επέλθει η απεξάρτηση από τους ορυκτούς πόρους, π.χ. πετρέλαιο γιατί δεύτερο το πρόβλημα σχετίζεται με την ενεργειακή κρίση λόγω εξάντλησης αυτών.

5.2 Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο

5.2.1 Εισαγωγή

Λόγω των προαναφερθέντων προβλημάτων οι κατασκευαστές οχημάτων έδωσαν σημασία στις καινούργιες συνθήκες, και οδηγήθηκαν στο σχεδιασμό και την κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς τις τελευταίες δεκαετίες εντατικοποιούν τις προσπάθειες τους για την προώθηση και τη μαζική παραγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων. Η ευρεία εισαγωγή των αυτοκινήτων αυτών στην κυκλοφορία είναι τεχνικά εφικτή, και κοινωνικά αποδεκτή. Παρόλα αυτά, το αειφόρο πέρασμα από τα συμβατικά οχήματα στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο, είναι πολύ δύσκολη και απαιτεί την εκπλήρωση ορισμένων προϋποθέσεων και συνθηκών. Όπως για παράδειγμα, την αξιοποίηση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, την ανάπτυξη υποδομών, την ώθηση της αγοράς μέσω κρατικών κινήτρων.

Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα του ηλεκτρικού οχήματος είναι ότι εξασφαλίζει μηδενική εκπομπή ρύπων, και επιπλέον αποδεσμεύει τους χρήστες από την χρήση υγρών καυσίμων. Οσονούπω, είναι αναμενόμενο ότι η εκτεταμένη χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων θα αποτελέσει τη καλύτερευση της ποιότητας της ατμόσφαιρας στις αστικές περιοχές.

5.2.2 Τι είναι το ηλεκτρικό αυτοκίνητο

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο χρησιμοποιεί επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι μεταξύ των αυτοκινήτων που εμφανίστηκαν από τις πρώτες μέρες της αυτοκίνησης και έχουν υψηλότερο συντελεστή ενεργειακής απόδοσης από όλα τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης. Τα αυτοκίνητα με τις μπαταρίες που μπορούν να φορτιστούν και να χρησιμοποιηθούν χωρίς τις μηχανές εσωτερικής καύσης καλούνται καθαρά ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ενώ δεν καταναλώνουν καύσιμα. Απ'την άλλη μεριά, τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν και τα 2 ονομάζονται υβριδικά αυτοκίνητα και δεν θεωρούνται "καθαρά" ηλεκτρικά αυτοκίνητα.



Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα εξαρτώνται απλώς από τις μπαταρίες άρα τα μηχανικά τμήματα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου διαφέρουν πολύ από τα μέρη ενός αυτοκινήτου με μια μηχανή εσωτερικής καύσεως. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπαταριών έχουν συνήθως τρία κύρια συστατικά, συγκεκριμένα: ο ελεγκτής, η μπαταρία, και η ηλεκτρική μηχανή. Σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπαταριών, το πεντάλ επιτάχυνσης συνδέεται με ένα ποτενσιόμετρο που μετρά τη δύναμη που έχει εφαρμόσει ο οδηγός στο πεντάλ. Το ποτενσιόμετρο στέλνει έπειτα ένα σήμα σε έναν ελεγκτή που

του λέει πόση ενέργεια πρέπει η μπαταρία να δώσει στην ηλεκτρική μηχανή. Η παραγωγή ενέργειας της μπαταρίας μετριέται με κιλοβατώρες (KWh) που δείχνουν πόση ενέργεια είναι σε θέση μια μπαταρία να αποθηκεύσει ή να παράγει. Οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου (NiCd), υδρίδιο μετάλλων νικελίου (NiMH), ιόντων λίθινου (LiON), λιθίου-ιόντων πολυμερών και Lead-acid (και ρυθμισμένο βαλβίδα οξύ μολύβδου) είναι αυτές που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και είναι επαναφορτιζόμενες αλλά έρχονται συνήθως σε αυτές τις μορφές ή παραλλαγές.

Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι συνήθως :

- αυτοκίνητα
- μικρά φορτηγά
- ποδήλατα
- μικρά οχήματα γκολφ
- ανυψωτικά

5.2.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Το κυριότερο *πλεονεκτήματα* του ηλεκτρικού οχήματος είναι:

- Η συνεισφορά του στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σε μια πρόσφατη μέτρηση φαίνεται ότι το ηλεκτρικό όχημα είναι 98% καθαρότερο του συμβατικού. Το ηλεκτρικό όχημα έχει μηδαμινούς ρύπους προκαλώντας ελάχιστη ρύπανση του αέρα και μηδενική ρύπανση του χώρου που κινείται.
- Η μείωση της ηχορύπανσης που κάνει την ατμόσφαιρα των μοντέρνων πόλεων ανυπόφορη. Το ηλεκτρικό όχημα είναι ουσιαστικά αθόρυβο συγκρινόμενο με τα οχήματα με μηχανές εσωτερικής καύσεως.
- Είναι περισσότερο αξιόπιστα από τα συμβατικά οχήματα.
- Είναι πιο εύκολη η κατασκευή του. Ο ηλεκτρικός του κινητήρας είναι πολύ απλός στη δομή του, εν αντίθεση με τις μηχανές εσωτερικής καύσεως. Δεν απαιτείται συνήθως νερό για την ψύξη τους και δεν χρησιμοποιεί φίλτρα και λάδι, αφού τροφοδοτείται μέσω ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος, οι οποίοι ελέγχονται εύκολα ηλεκτρονικά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην

παρουσιάζονται προβλήματα σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

- Μόνο όταν κινείται το ηλεκτρικό όχημα καταναλώνει ενέργεια.
- Για τη χρήση του δεν απαιτούνται εμπειρία και υψηλές μηχανικές γνώσεις. Έχει πιο εύκολο χειρισμό από το συμβατικό όχημα.
- Το κόστος της λειτουργίας του είναι πολύ μικρότερο από αυτό των συμβατικών οχημάτων. Η ηλεκτρική μηχανή είναι πολύ πιο αποτελεσματική συγκρινόμενη με του συμβατικού. Αναμένεται να κρατήσει πάνω από ένα εκατομμύριο μίλια εν αντιθέσει με τα εκατό χιλιάδες μίλια του συμβατικού.

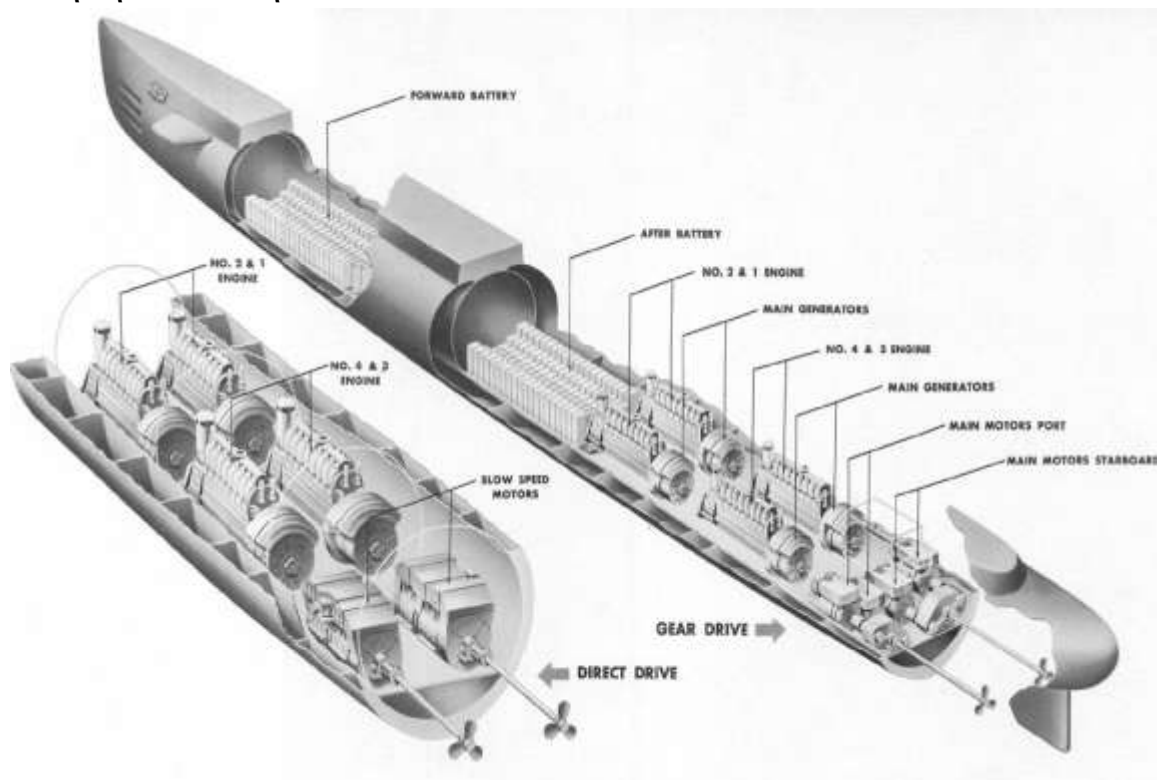
Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα εμφανίζονται και **μειονεκτήματα**:

- Βασικό μειονέκτημα αποτελεί η ασφάλεια από τους συσσωρευτές που μπορεί να τραυματίσουν σοβαρά τους επιβάτες. Σε περίπτωση κακής μόνωσης υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
- Λόγω της ανεπάρκειας των συσσωρευτών, έχει χαμηλές επιδόσεις.
- Έχει πολύ μικρή αυτονομία σε σχέση με τα συμβατικά.
- Σε αντίθεση, με το συμβατικό το οποίο χρειάζεται ελάχιστο χρόνο για τον εφοδιασμό του με υγρά καύσιμα, το ηλεκτρικό όχημα χρειάζεται μεγάλο χρόνο για τη φόρτιση των συσσωρευτών.
- Υπάρχει υψηλό κόστος συσσωρευτών είναι εμφανές ότι επηρεάζει το συνολικό κόστος του ηλεκτρικού οχήματος.
- Δύσκολη πρόσβαση σε φορτιστή , σε αντίθεση με τους σταθμούς καυσίμων που συναντάμε παντού. Πρόβλημα που αντιμετωπίζεται με τους φορητούς φορτιστές ή τους σταθμούς φόρτισης σε πολλές ξένες πόλεις.

5.3 Μπαταρίες Υποβρυχίου

Οι μπαταρίες είναι μοναδικές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας στην υποβρύχια ναυσιπλοΐα στα κλασικά (diesel- electric) υποβρύχια.

Οι υποβρύχιες μπαταρίες αποτελούνται από κύτταρα μολύβδου (Pb). Οι υποβρύχιες μπαταρίες πρέπει να είναι ικανές για να αποθηκεύσουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Συνήθως υπάρχουν 62 έως 144 ή ακόμα και περισσότερα κύτταρα. Στα ελληνικά υποβρύχια υπάρχουν γύρω στις 440 συστοιχίες χωρισμένες σε 4 τεταρτοστοιχίες οι οποίες ανάλογα με τις απαιτήσεις παραλληλίζονται ή μπαίνουν σε σειρά για να δώσουν την ανάλογη τάση στον κινητήρα και βέβαια να πάρουμε τα 440V τα οποία θα διανεμηθούν σε κάθε συσκευή του υποβρυχίου. Πλήρως το βάρος των μπαταριών είναι 12 έως 25 τοις εκατό μιας υποβρυχίας μετατόπισης. Υπάρχουν συνήθως δύο χώροι μπαταριών σε ένα υποβρύχιο. Το μπροστινό δωμάτιο μπαταριών τοποθετείται κάτω από τα δωμάτια του προσωπικού και το οπίσθιο δωμάτιο μπαταριών τοποθετείται κάτω από το δωμάτιο έλεγχου. Υπάρχουν 2 έως 4 μπαταρίες σε ένα υποβρύχιο. Τα κύτταρα σε μια μπαταρία συνδέονται το ένα το άλλο στην τμηματική σύνδεση και οι μπαταρίες συνδέονται η μια την άλλη στην τμηματική ή παράλληλη σύνδεση.



ΕΙΚΟΝΑ 15: Βασικά μέρη της μπαταρίας στα κλασικά ναυσιπλοΐα υποβρύχια

Τεχνική περιγραφή των κυττάρων:

- πλήρης χρεωμένη τάση 2,1 V (βολτ)
- πυκνότητα του ηλεκτρολύτη 1,28 κλ / κυβικό μέτρο (σε 30 βαθμούς Κελσίου)
- τάση χρέωσης χωρίς αέριο μέχρι τα 2,4V
- τάση χρέωσης με το αέριο μέχρι 2,8 V
- ελάχιστο που απαλλάσσει την τάση 1,8 V

Βασικά μέρη και κατασκευή ενός κυττάρου μόλυβδου (Pb):

Τα βασικά μέρη ενός κυττάρου είναι ένα θετικό και ένα αρνητικό ηλεκτρόδιο και ένας ηλεκτρολύτης. Ο ηλεκτρολύτης είναι ένα μέσο διεύθυνσης στο οποίο η ροή του ρεύματος συνοδεύεται από τη μετακίνηση του θέματος υπό μορφή ιόντων. Στο κύτταρο μόλυβδου (Pb) ο ηλεκτρολύτης είναι μια λύση του θεικού οξέος (H_2SO_4) στο αποσταγμένο νερό (H_2O). Τα θετικά και τα αρνητικά ηλεκτρόδια αποτελούνται από ειδικές κατασκευασμένες πλάκες μόλυβδου. Η θετική πλάκα είναι χρώματος καφέ και η αρνητική πλάκα είναι χρώματος γκρίζου. Οι πλάκες είναι χωρισμένες και βρίσκονται βυθισμένες σε ηλεκτρολύτη. Προκειμένου να κατασταθεί η ικανότητα των μπαταριών μεγαλύτερη, η επιφάνεια των πλακών πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Λόγω του ότι υπάρχουν λίγες πλάκες μόλυβδου σε ένα κιβώτιο κυττάρων. Η πλάκες της ίδιας πολικότητας (κάθε μια "συν" και "μείον") συνδέονται με την παράλληλη σύνδεση, και λόγω αυτής η μπαταρία έχει τη μεγαλύτερη ικανότητα.

Ηλεκτρική ικανότητα των υποβρύχιων μπαταριών:

Η ηλεκτρική ικανότητα των μπαταριών είναι χαρακτηρισμένη σε "Αμπερόωρες"(Ah). Αυτό μας δηλώνει για πόσο χρόνο θα παρέχει από τις μπαταρίες ηλεκτρική ενέργεια στο υποβρύχιο. Για παράδειγμα εάν έχουμε 40 Ah, μπορούμε να έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα $0,5^A$ για 80 ώρες περίπου ενώ εάν χρειαζόμαστε 1^A τότε έχουμε ρεύμα για 40 ώρες.

Χαρακτηριστικά των υποβρύχιων μπαταριών:

1. δύναμη και ικανότητα όσο το δυνατόν μεγαλύτερες.
2. υψηλή αντίσταση στους μηχανικούς κλονισμούς (χτυπήματα και δονήσεις)
3. μεγάλη διάρκεια ζωής
4. κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης δεν πρέπει να αναπτύξει το υδρογόνο και άλλα επιβλαβή αέρια
5. κατά τη διάρκεια της κλίσης ενός υποβρυχίου (μέχρι 45 βαθμοί) ο ηλεκτρολύτης δεν πρέπει να ρεύσει έξω από ένα κύτταρο

5.4 Μπαταρία κατοικίας από την Tesla

5.4.1 Εισαγωγή

Η νέα οικιακή μπαταρία της Tesla ονομάζεται **Powerwall** και αποτελεί τη νέα πρόταση που είναι ικανή να καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες τους για περίπου 8 ώρες. Όπως ανακοίνωσε ο Μασκ, πρόκειται για ένα προϊόν το οποίο «θα μπορούσε να φέρει την επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο ο κόσμος καταναλώνει την ηλεκτρική ενέργεια». Επιπρόσθετα, ο ιδρυτής της Tesla υπογραμμίζει ότι «Σκοπός μας είναι να αλλάξουμε ριζικά τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές χρησιμοποιούν την ενέργεια. Μπορεί να ακούγεται τρελό, όμως θέλουμε να αλλάξουμε τις υποδομές ηλεκτροδότησης στοχεύοντας σε έναν κόσμο με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα». Ο ιδρυτής της αμερικανικής Tesla, Ίλον Μασκ, διακατέχεται από την φιλοδοξία ότι η αποθήκευση ενέργειας σε κάθε επιχείρηση και σπίτι θα γίνει πράξη με την νέα αυτή μπαταρία.



Η εταιρία TESLA, πλέον αποσκοπεί στην χρησιμοποίηση εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και σε άλλους τομείς, εκτός από τα ηλεκτροκίνητα οχήματά της. Η μπαταρία θα φορτίζει κατά τη διάρκεια της ημέρας, αποθηκεύοντας ηλιακή ενέργεια από φωτοβολταϊκά πάνελ ή άλλες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, την οποία θα προσφέρει αργότερα σε νοικοκυριά και μικρές επιχειρήσεις. Η μπαταρία θα αποθηκεύει ενέργεια κατά τις ώρες που το ρεύμα είναι φθινό όπως για παράδειγμα το βράδυ και θα τις διοχετεύει στο σπίτι στις ώρες αιχμής που το ρεύμα είναι ακριβό.

Σύμφωνα με το αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας, υπολογίζεται ότι η ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μιας μέσης κατοικίας φτάνει τις 30 κιλοβατώρες, αριθμός που σε ετήσια βάση εκτοξεύεται στις 10.908 κιλοβατώρες.

Μέσα στα σχέδια της εταιρείας είναι και η δημιουργία μιας δεύτερης μπαταρίας «έκτακτης ανάγκης» η οποία θα προσφέρει έως και 10 κιλοβατώρες σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης σε περιοχές που έχουν πληγεί από ακραία καιρικά φαινόμενα.

5.4.2 Λειτουργία και Χαρακτηριστικά

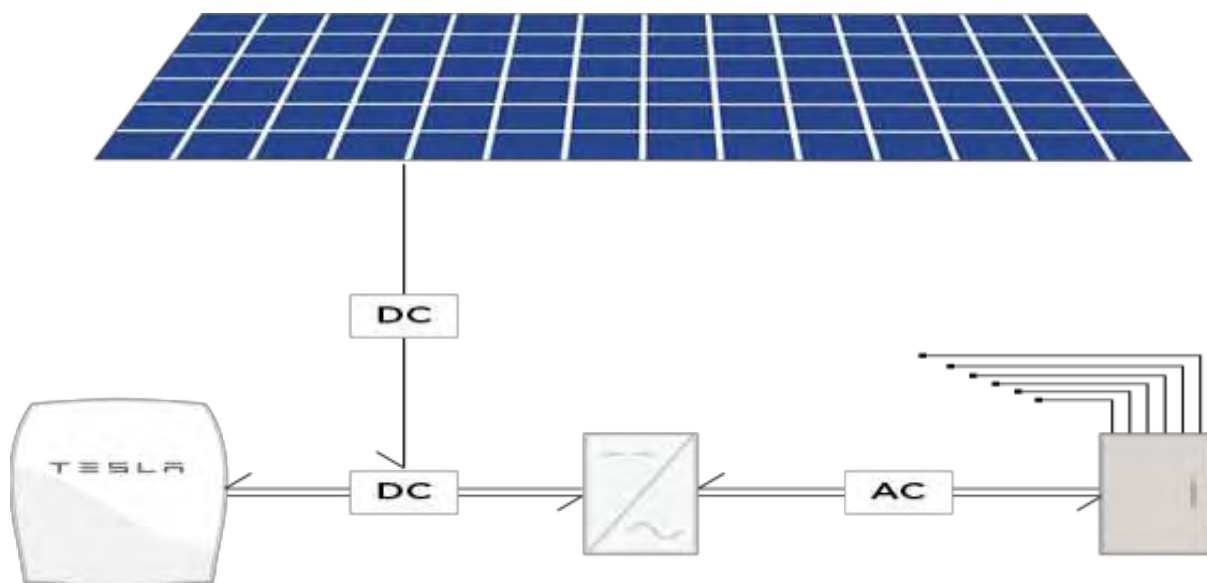
Οι μπαταρίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Την μπαταρία Powerwall για σπίτια και
2. Την μπαταρία Powerpack για τις επιχειρήσεις

Η μπαταρία Powerwall είναι απόλυτα φιλικές προς το περιβάλλον με μηδενικές εκπομπές άνθρακα και πλήρως αυτόνομες αλλά οι μπαταρίες Powerpack δεν έχουν γίνει ακόμα γνωστές καθώς επίσης δεν έχουν γίνει λεπτομερείς αναφορές όσον αφορά την λειτουργία τους.

Η μπαταρία μεγέθους περίπου ενός τετραγωνικού μέτρου, μπορεί, κατά την εταιρεία, να εγκατασταθεί εύκολα τόσο σε εξωτερικούς, όσο και σε εσωτερικούς χώρους της κατοικίας ή του γραφείου. Η Powerwall αξίας 3.000 δολαρίων (δηλαδή περίπου 2.670 ευρώ) είναι ικανή να προσφέρει ενέργεια που αγγίζει τις 7 κιλοβατώρες, δηλαδή περίπου το $\frac{1}{4}$ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός μέσου νοικοκυριού. Το σύστημα είναι συνδεδεμένο στο Internet για να παρέχει συνεχώς πληροφορίες σχετικές με την κατανάλωση ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική πηγή ενέργειας για ελάφρυνση του δικτύου ρεύματος, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί και να το αντικαταστήσει πλήρως (σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια).

Ουσιαστικά, μιλάμε για μπαταρίες ιόντων λιθίου που κρατούν αποθηκευμένη την ηλιακή ενέργεια που παράγεται κατά τη διάρκεια της ημέρας σε φωτοβολταϊκά panels και δίνουν στον χρήστη τη δυνατότητα να την εκμεταλλευτεί σε ώρες που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια (π.χ. βράδυ), ακόμη και για την εξυπηρέτηση άλλων αναγκών (π.χ. φωτισμός στο σπίτι).



ΕΙΚΟΝΑ 16: Τρόπος λειτουργίας μπαταρίας TESLA

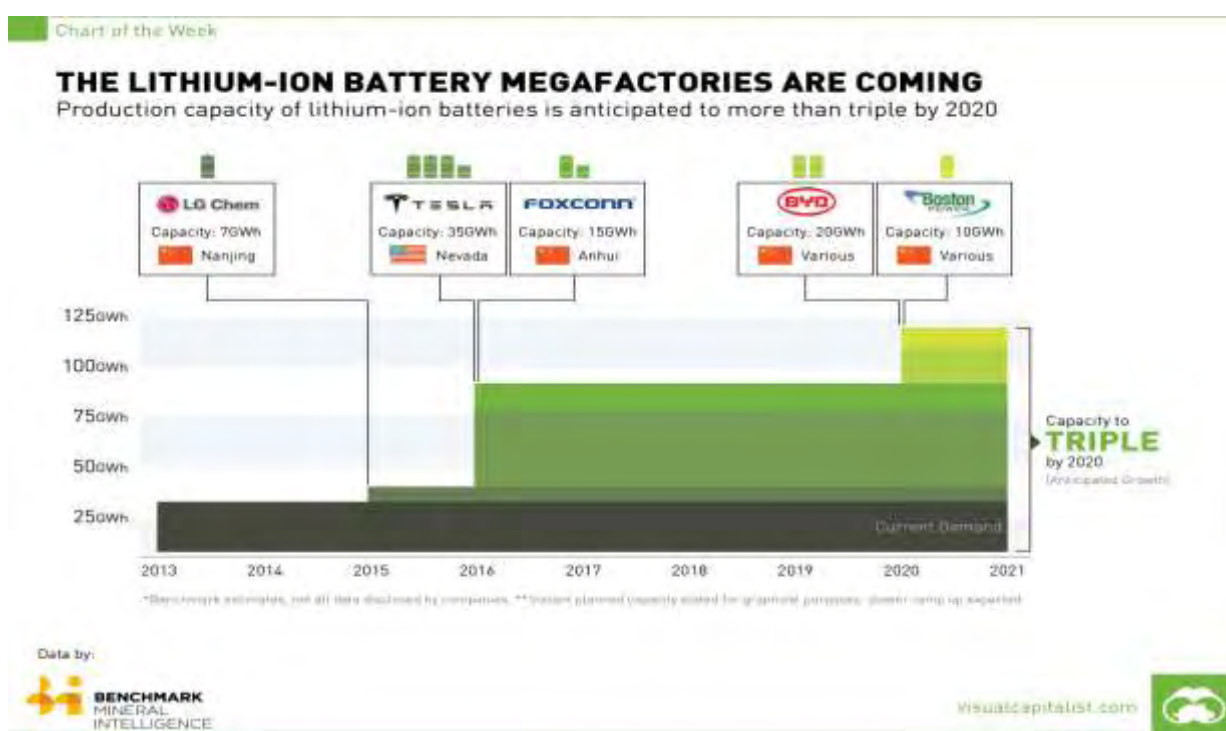
Ξεκινώντας την ομιλία του, ο *Elon Musk* τόνισε ότι "Για να αποτραπεί η κλιματική αλλαγή στον πλανήτη μας θα πρέπει να αλλάξουμε τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας". Γι' αυτό υπολογίζει ότι με 160 εκατ. Powerpacks μπορούν να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες των ΗΠΑ, ενώ με 2 δισ. Powerpacks ίσως καλύπτεται όλος ο κόσμος.

Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται τα χαρακτηριστικά της μπαταρίας TESLA:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 :ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΜΕΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ TESLA	
<i>Χαρακτηριστικά</i>	<i>Εκτίμηση</i>
<i>Χωρητικότητα</i>	7kWh ή 10kWh
<i>Συνεχόμενη Ισχύς</i>	2kW
<i>Μέγιστη Ισχύς</i>	3kW
<i>Λειτουργία σε θερμοκρασίες</i>	-20°C έως 43°C
<i>Διαστάσεις:</i>	130 x 86 x 18 cm
<i>Βάρος</i>	100kg

5.4.3 Μελλοντική Χρήση Μπαταριών τύπου TESLA

Η Tesla δεν είναι η μόνη εταιρεία που ετοιμάζει εργοστάσιο μπαταριών λιθίου, άλλα, άλλες τέσσερις εταιρίες αναμένονται στην Κίνα μέχρι το 2020 που θα κατασκευάζουν κυρίως για τη βιομηχανία ηλεκτρονικών και όχι μπαταρίες για τα σπίτια και τη βιομηχανία. Εκτός απ' το λίθιο χρειάζεται και γραφίτης και κοβάλτιο. Συγκεκριμένα το κοβάλτιο μπορεί να είναι πρόβλημα, καθώς η μεγάλη ποσότητα βρίσκεται στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό. Αυτό συνεπάγεται, με ζητήματα επάρκειας πρώτων υλών αλλά και για την τιμή αυτών των πρώτων υλών.



ΕΙΚΟΝΑ 17: Η χρήση μπαταριών λιθίου σε σχέση με την μελλοντική ζήτηση

Τα εργοστάσια που υπάρχουν σήμερα έχουν συνολικό ετήσιο παραγωγικό δυναμικό 35GWh. Το 2015 το εργοστάσιο από την LG (7GWh), το αναμένεται 2016 από τη Foxconn (15GWh) και την Tesla (35GWh) και το 2020 από τις BYD (20GWh) και Boston Power (10GWh). Η μεγάλη ζήτηση για λίθιο μάλλον θα φέρει πιο κοντά την ανάπτυξη μπαταριών με άλλα υλικά, που έχουν μεγαλύτερη προσφορά απ' το λίθιο, όπως η μπαταρία αλουμινίου που παρουσιάστηκε πρόσφατα από το Πανεπιστήμιο Stanford. Παρά ταύτα πρέπει να εξελιχτεί σε τέτοιο σημείο, ώστε να φτάσει σε απόδοση το λίθιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ **ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ** **ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

6.1 Εισαγωγή

Το Έξυπνο Δίκτυο (Smart Grid) είναι αυτό που χρησιμοποιεί έξυπνες τεχνολογίες επικοινωνιών, αυτοματοποιημένου έλεγχου, και αυτοματοποιημένες συσκευές μέτρησης δηλαδή είναι μια αναβάθμιση του ηλεκτρικού δικτύου που γενικότερα αξιοποιεί την τεχνολογία της πληροφορίας. Αυτή η ιδέα συνδυάζει βασική υποδομή του ενεργειακού συστήματος, την πληροφορία και τους κανόνες της αγοράς σε μια ολοκληρωμένη διαδικασία με σκοπό την καλύτερη παροχή, έλεγχο και γενικότερα διαχείριση της ενέργειας.

Το ευφύες δίκτυο προσφέρει αλληλεπίδραση μεταξύ φορτίου και παραγωγής σε πραγματικό χρόνο, που επιτρέπει τον καλύτερο υπολογισμό του ισοζυγίου και επιτρέπει στους χειριστές να ανιχνεύουν σφάλματα και να βρίσκουν ταχύτατα εναλλακτική διαδρομή για τη ροή της ενέργειας παρακάμπτοντας το σφάλμα, αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία. Επίσης αλλάζοντας ο μηχανισμός κοστολόγησης (υψηλές τιμές ενέργειας τις ώρες αιχμής και χαμηλότερες τις υπόλοιπες ώρες) γίνεται μετατόπιση φορτιών και μειώνονται οι ανάγκες για εφεδρεία. Θα μπορούσε μάλιστα σε ένα τέτοιο σύστημα η τιμή να μεταβάλλεται συνεχώς ανάλογα με τη ζήτηση.

Ενθαρρύνεται επίσης και η χρήση "πράσινης ενέργειας" που μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε ένα τέτοιο σύστημα καθώς κάθε καταναλωτής μπορεί να γίνει και παραγωγός χρησιμοποιώντας τεχνολογίες ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, μικρά υδροηλεκτρικά, κυψέλες υδρογόνου, συμπαραγωγή) και να προσφέρει την περίσσεια ενέργεια στο δίκτυο ή απλά να καλύπτει μέρος της ζήτησης του. Χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο μετρητή ο πελάτης μπορεί άμεσα να γνωρίζει τι ισχύ απορροφά ή προσφέρει στο δίκτυο.

Πλεονεκτήματα του Ευφυούς Δικτύου:

1. Αυξημένη αξιοπιστία.
2. Αποκεντρωμένη παραγωγή
3. Ελαστικότητα στη ζήτηση ενέργειας με τη χρήση ΑΠΕ.
4. Εξοικονόμηση Ενέργειας – Μείωση Απωλειών.
5. Προστασία Περιβάλλοντος.

6.2 Συστήματα και υποδομές του Ευφυούς Δικτύου

Το Ευφύες Δίκτυο απαρτίζεται από ένα σύνολο συστατικών τμημάτων που αποτελούν την υλικοτεχνική υποδομή του. Κάθε τέτοιο τμήμα είναι επιφορτισμένο με συγκεκριμένες επιμέρους λειτουργίες που υποστηρίζουν άλλες, περισσότερο σύνθετες λειτουργίες του Ευφυούς Δικτύου. Στο σημείο αυτό, θα αναφερθούν τα σημαντικότερα τμήματα της υποδομής του Ευφυούς Δικτύου και οι βασικές λειτουργίες τις οποίες επιτελούν.

6.2.1. Ευφυείς μετρητές

Οι ευφυείς μετρητές είναι νέας γενιάς μετρητές που μετρούν την καταναλωμένη ηλεκτρική ενέργεια και βασικά μεγέθη της ηλεκτρικής ενέργειας (HE). Με την είσοδο των ΑΠΕ στην αγορά HE πολλοί ιδιώτες, και ανάλογα με τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες, είτε πωλούν είτε καταναλώνουν HE. Ανάλογα με την περίπτωση, ο ευφύης μετρητής έχει τη δυνατότητα να μετρήσει είτε την παραγόμενη είτε την καταναλισκόμενη HE μιας εγκατάστασης. Σε αντίθεση με τους σημερινούς μετρητές οι έξυπνοι μετρητές διαθέτουν πρόσθετες δυνατότητες μέτρησης και επικοινωνίας. Οι καινοτομίες που διαθέτουν οι ευφυείς μετρητές στους δύο ανωτέρω τομείς επιτρέπουν την πραγματοποίηση περισσότερο σύνθετων και προηγμένων λειτουργιών. Οι σημαντικότερες από τις καινοτομίες των ευφύων μετρητών περιγράφονται στη συνέχεια.

6.2.1.1. Δυνατότητες μέτρησης:

Η μεγάλη καινοτομία των ευφών μετρητών στον τομέα των μετρήσεων είναι η δυνατότητα τους να μετρούν σε πραγματικό χρόνο την παραγομένη ή καταναλισκόμενη ΗΕ. Συγχρόνως, αναγνωρίζουν το ποσοστό κατά το οποίο συμβάλει κάθε ηλεκτρική συσκευή στη διαμόρφωση της συνολικής κατανάλωσης ΗΕ. Το ότι η μέτρηση ΗΕ γίνεται συνεχώς, επιτρέπει στους προμηθευτές ΗΕ να υιοθετούν περισσότερο ευέλικτες πολιτικές τιμολόγησης, διαφοροποιώντας τις χρεώσεις ανάλογα με την ώρα της κατανάλωσης, τη χρονική διάρκειά της και το μέγεθός της.

6.2.1.2. Δυνατότητες επικοινωνίας

Άλλη καινοτομία των ευφών μετρητών είναι η δυνατότητα τους να επικοινωνούν με κεντρικούς σταθμούς τιμολόγησης των παροχών ΗΕ, όπου μεταδίδουν σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα κατανάλωσης και παραγωγής ΗΕ. Συγχρόνως, όμως, δέχονται πληροφορίες που αποσκοπούν στην υλοποίηση της δυναμικής πολιτικής των παροχών ΗΕ για αναπρογραμματισμό των ενεργοβόρων εργασιών με αντάλλαγμα μειωμένες τιμές. Επιπλέον, οι ευφείς μετρητές ενημερώνουν αυτόματα τα τεχνικά τμήματα του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ στις περιπτώσεις όπου εμφανίζονται προβλήματα ή έκτακτες καταστάσεις. Μέσω του ίδιου διαύλου επικοινωνίας επιτρέπεται η απομακρυσμένη σύνδεση στο μετρητή προς υλοποίηση απομακρυσμένων ρυθμίσεων στη λειτουργία του. Με αυτό τον τρόπο επιλύονται προβλήματα από απόσταση και εξοικονομούνται πόροι αφού αποφεύγεται η φυσική παρουσία του τεχνικού προσωπικού.

6.2.1.3. Πλατφόρμες επικοινωνίας:

Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται από τους μετρητές για τη σύνδεσή τους στο δίκτυο του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ ή και των προμηθευτών ΗΕ ποικίλλουν αντίστοιχα με τη διαθέσιμη τηλεπικοινωνιακή υποδομή στην περιοχή του μετρητή. τα σημαντικότερα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι τα εξής:

- Διαδίκτυο
- Δίκτυα GSM/3G
- Τηλεπικοινωνίες μέσω των γραμμών μεταφοράς ΗΕ (PLC)
- Ασύρματες επικοινωνίες μικρής εμβέλειας

6.2.2. Κέντρο τιμολόγησης

Το κέντρο τιμολόγησης αποτελεί το τμήμα του Ευφυούς Δικτύου όπου συγκεντρώνονται τα στοιχεία κατανάλωσης και παραγωγής ΗΕ από τους ιδιώτες πελάτες του προμηθευτή ΗΕ. Εκεί πραγματοποιείται η επεξεργασία των μετρήσεων ώστε να γίνεται η τιμολόγηση της ΗΕ που καταναλώνεται ή παράγεται. Επιπλέον, τα επεξεργαστικά συστήματα του κέντρου τιμολόγησης αναλύουν το προφίλ της κατανάλωσης κάθε καταναλωτή ώστε να προτείνουν τρόπους μείωσης του κόστους ΗΕ. Μια τέτοια υποδομή είναι αναγκαία ώστε να υπάρχει ένα κεντρικό σημείο ρύθμισης των παραμέτρων χρέωσης και ρύθμισης της κατανάλωσης. Οι αλλαγές των παραμέτρων αυτών πραγματοποιούνται από ένα μοναδικό σημείο, από όπου ενημερώνονται όλοι οι ευφυείς μετρητές ώστε να γίνεται η τιμολόγηση και ο έλεγχος της κατανάλωσης.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι παραμένει ανοιχτό ερώτημα το πόσο συγκεντρωτική ή κατανεμημένη θα είναι η αρχιτεκτονική των συστημάτων τιμολόγησης. Κάθε υλοποίηση έχει αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ωστόσο η ανάλυση της ασφάλειας του συστήματος τιμολόγησης και των ευφών μετρητών δεν επηρεάζεται σημαντικά από την εκάστοτε αρχιτεκτονική του συστήματος τιμολόγησης.

6.2.3 Συστήματα παρακολούθησης και διατήρησης ιστορικού

Τα συστήματα αυτής της κατηγορίας είναι επιφορτισμένα αρχικά με την παρακολούθηση και καταγραφή της κίνησης (traffic) του δικτύου επικοινωνίας και των ενεργειών που πραγματοποιούν τα συστήματα του Ευφυούς Δικτύου. Σε περίπτωση κάποιου σφάλματος ή απειλής για κάποιο σύστημα του Ευφυούς Δικτύου τα τεχνικά κλιμάκια του διαχειριστή του δικτύου μπορούν να ανατρέξουν στο λεπτομερές ιστορικό των όσων συνέβησαν ώστε να γίνει αντιληπτό τι ακριβώς συνέβη και να διορθωθεί. Αν και δεν είναι απαραίτητο σύστημα για τις λειτουργίες του Ευφυούς Δικτύου, είναι πολύ σημαντικό για ζητήματα ασφάλειας και αποκατάστασης της λειτουργίας του συστήματος ΗΕ μετά από σφάλματα ή διακοπές.

6.2.4 Μοντέλο Smart Grid

Το μοντέλο του Smart Grid χωρίζεται σε τρεις τομείς σε ότι αφορά την ανάλυση της ασφάλειάς του. Πρώτος τομέας είναι το δίκτυο ευφών μετρητών. Αφορά όλους τους ευφείς μετρητές που είναι εγκατεστημένοι σε καταναλωτές και ιδιώτες παραγωγούς ΗΕ. Δεύτερος τομέας είναι τα εταιρικά πληροφοριακά δίκτυα των προμηθευτών ΗΕ και του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ. Τα εταιρικά πληροφοριακά δίκτυα είναι τα δίκτυα υπολογιστών μέσω των οποίων διασυνδέονται τα πληροφοριακά συστήματα που είναι θεμελιώδη για τη λειτουργία του Smart Grid. Τρίτος τομέας είναι το βιομηχανικό δίκτυο ΗΕ. Εκεί περιλαμβάνονται όλες οι διατάξεις που είναι υπεύθυνες για την παραγωγή μεταφορά και διανομή ΗΕ. Περιλαμβάνει και όλα τα συστήματα που είναι επιφορτισμένα με τον αυτόματο έλεγχο των διατάξεων αυτών. Ακόμη, στο σχήμα φαίνονται και οι διασυνδέσεις μεταξύ των συστημάτων, μέσω των οποίων οι απαραίτητες πληροφορίες διοχετεύονται στα διάφορα τμήματα του Smart Grid.



ΕΙΚΟΝΑ 18: Σχηματική απεικόνιση του μοντέλου του Smart Grid.

6.3 Πληροφοριακά Δίκτυα και Ασφάλεια Πληροφοριών

Το Ευφυές Δίκτυο αποτελεί ένα δίκτυο πληροφοριακών συστημάτων που διασύνδεει τα διάφορα τμήματα της υποδομής του Ευφυούς Δικτύου. Οι πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ αυτών των τμημάτων υποδομής είναι μεγάλης σημασίας για την αξιόπιστη λειτουργία του Ευφυούς Δικτύου. Είναι πολύ σημαντικό, επομένως, να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη μετάδοση αυτών των πληροφοριών.

Οι πληροφορίες που διακινούνται σε ένα δίκτυο προέρχονται από εφαρμογές που εκτελούνται στα πληροφοριακά συστήματα του δικτύου. Συχνά, μεγάλο μέρος των πληροφοριών αυτών είναι κρίσιμο για την ορθή λειτουργία των συστημάτων του δικτύου. Είναι, λοιπόν, απαραίτητο να διασφαλιστεί η ασφάλεια των πληροφοριών από κάθε ενέργεια που μπορεί να οδηγήσει σε δυσλειτουργία των συστημάτων του δικτύου. Κάθε εφαρμογή, με κριτήριο το είδος των πληροφοριών που ανταλλάσσει, θέτει προδιαγραφές για την ασφάλειά τους. Αυτές οι προδιαγραφές αφορούν τομείς όπως:

1. Η εμπιστευτικότητα των πληροφοριών.
2. Η ακεραιότητα των πληροφοριών.
3. Η πιστοποίηση της ταυτότητας των οντοτήτων που ανταλλάσσουν τις πληροφορίες.

Για παράδειγμα, ένα σύστημα που ανταλλάσσει εμπιστευτικές πληροφορίες, έχει ανάγκη από μηχανισμούς που εγγυώνται την εμπιστευτικότητα αυτή. Αντίστοιχα, ένα σύστημα έλεγχου μιας γεννήτριας, είναι αναγκαίο να διαθέτει, τουλάχιστον, μηχανισμούς που εξασφαλίζουν την ακεραιότητα των δεδομένων έλεγχου καθώς το παραμικρό λάθος στις εντολές μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα.

6.4 Ευφυείς Μετρητές

Οι ευφυείς μετρητές είναι μια θεμελιώδης κατηγορία διατάξεων για το σύστημα του Ευφυές Δικτύου. Ο ρόλος των ευφυών μετρητών στο Smart Grid είναι διπλός. Αρχικά, σε αντίθεση με τους σημερινούς μετρητές, είναι ευφυείς ψηφιακοί μετρητές που μετρούν σε πραγματικό χρόνο πολλά μεγέθη που αφορούν την κατανάλωση ΗΕ μιας εγκατάστασης, και το ηλεκτρικό ρεύμα. Επιπλέον, διαθέτουν τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας με το διαχειριστή του δικτύου ΗΕ καθώς και με τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές μέσα στο Οικιακό Τοπικό Δίκτυο (Home Area Network – HAN).

Στα δύο βασικά χαρακτηριστικά του ευφυούς μετρητή, δηλαδή της συνεχούς μέτρησης μεγεθών του ηλεκτρικού ρεύματος και της επικοινωνίας με άλλες συσκευές, βασίζονται όλες οι υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω του ευφυούς μετρητή στους καταναλωτές. Ενδεικτικά, ανάλογα με τα τρέχοντα στοιχεία κατανάλωσης, οι προμηθευτές ΗΕ μπορούν να προτείνουν τρόπους μείωσης του κόστους ΗΕ στους καταναλωτές. Επιπλέον, οι ευφυείς μετρητές έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν τον κεντρικό κόμβο αυτόματης διαχείρισης και απομακρυσμένου έλεγχου όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένα στο HAN.

Η αναβάθμιση των μετρητών ΗΕ ώστε να μπορούν να παρέχουν εξελιγμένες υπηρεσίες δημιουργεί διάφορες προκλήσεις. Αυτές προκύπτουν κυρίως από το ότι ο ευφυής μετρητής είναι πλέον, μια υπολογιστική συνδεδεμένη με το Διαδίκτυο, διάταξη όπου εκτελείται ένα λειτουργικό σύστημα. Αυτό καθιστά τον ευφυή μετρητή ενδεχόμενο στόχο κακόβουλων επιθέσεων είτε για ατομικό όφελος του επιτιθέμενου είτε ως το πρώτο βήμα μιας ευρύτερης επίθεσης εναντίον του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ και των προμηθευτών ΗΕ.

6.4.1. Κίνητρα κακόβουλων επιθέσεων

- **Υποκλοπή προσωπικών δεδομένων κατανάλωσης ΗΕ**

Οι ευφυείς μετρητές μετρούν σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ισχύος και αποστέλλουν χρήσιμα στοιχεία στο κέντρο έλεγχου του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ. Τα στοιχεία κατανάλωσης επιτρέπουν στο διαχειριστή του δικτύου ΗΕ να διαχειρίζεται σε πραγματικό χρόνο το συνολικό φορτίο και στους προμηθευτές ΗΕ να προσφέρουν κίνητρα στους καταναλωτές για να μειώσουν την κατανάλωση σε ώρες αιχμής.

Ωστόσο, τα δεδομένα κατανάλωσης ισχύος αποτελούν προσωπικά δεδομένα, μέσω της επεξεργασίας των οποίων μπορούν προκύπτουν σημαντικές πληροφορίες για την προσωπική ζωή των καταναλωτών. Η μέτρηση της κατανάλωσης ΗΕ έχει σαν αποτέλεσμα την εύκολη εξακρίβωση των συσκευών που βρίσκονται σε λειτουργία, σε ποιες ώρες και με ποιό προγραμματισμό. Επομένως, με απλό τρόπο μπορούν να εξαρθούν πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα κάθε καταναλωτή, τον τρόπο ζωής του, τις συνήθειές του, ακόμα και το πότε βρίσκεται στην οικία του.

Πληροφορίες όπως οι ανωτέρω είναι περιζήτητες από εταιρίες διαφημίσεων και στοχευόμενου marketing ώστε να παράγουν εξατομικευμένες διαφημίσεις στους καταναλωτές προσαρμοσμένες στον τρόπο ζωής τους. Η υψηλή διεισδυτικότητα αυτού του είδους marketing θα ωθήσει πολλές εταιρίες να προσφέρουν αδρές αμοιβές για να λαμβάνουν τέτοιου είδους πληροφορίες. Οι αμοιβές αυτές θα αποτελέσουν σημαντικό κίνητρο για κακόβουλους χρηστές να επιτεθούν είτε στους ευφυείς μετρητές είτε στη ψηφιακή πλατφόρμα μέσω της οποίας γίνεται η διαχείριση του λογαριασμού κάθε καταναλωτή και των συνδεδεμένων ηλεκτρικών συσκευών.

- **Κλοπή ρεύματος – Απάτη**

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των σημερινών δικτύων ΗΕ αποτελεί η κλοπή ρεύματος. Παγκοσμίως, η ζημία από την κλοπή ρεύματος για τους προμηθευτές ΗΕ είναι πολύ μεγάλη. Ως εκ τούτου, η αντιμετώπισή της αποτελεί έναν από τους λόγους ανάπτυξης του Smart Grid. Η υποδομή των ευφύων μετρητών επιτρέπει στους προμηθευτές ΗΕ να συγκρίνουν τα δεδομένα κατανάλωσης με τα δεδομένα διάθεσης ΗΕ ανά περιοχή και καταναλωτή. Έτσι, με άμεσο τρόπο ανακαλύπτονται οι

διάφορες περιπτώσεις κλοπής ΗΕ. Με αυτό τον τρόπο επιλύεται σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα της διαπίστωσης της κλοπής ΗΕ, κάτι που αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την αντιμετώπιση του φαινομένου.

Το ολοένα και αυξανόμενο κόστος ΗΕ θα ωθήσει αρκετούς καταναλωτές να αναζητήσουν νέους τρόπους κλοπής ρεύματος. Οι προσπάθειες αυτές θα έχουν ως κύριο στόχο τους ευφυείς μετρητές με σκοπό την παραβίαση τους και την αποστολή εσφαλμένων στοιχείων στο διαχειριστή του δικτύου ΗΕ. Οι κακόβουλοι καταναλωτές θα μπορούν να αποστέλλουν ψευδή δεδομένα που θα είναι σε θέση να τους εμφανίζουν μέχρι και ως ιδιώτες παραγωγούς ΗΕ. Σε κάθε περίπτωση, οι ευφυείς μετρητές θα αποτελέσουν τον πρώτο στόχο όσων επιδιώκουν κλοπή ρεύματος.

- **Πρόσβαση στο δίκτυο της εταιρίας ΗΕ**

Οι ευφυείς μετρητές αποστέλλουν τις μετρήσεις τους στο κέντρο διαχείρισης δεδομένων του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ και πιθανώς και στους προμηθευτές ΗΕ. Ένας επίδοξος εισβολέας που στοχεύει το εσωτερικό δίκτυο του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ μπορεί να επιχειρήσει να χρησιμοποιήσει τον ίδιο τον ευφυή μετρητή και τη σύνδεσή του με το κέντρο διαχείρισης δεδομένων ώστε να αποκτήσει πρόσβαση. Στην περίπτωση αυτή, η παραβίαση του μετρητή αποτελεί αρχικό βήμα μιας μεγαλύτερης επίθεσης εναντίον δικτυακών στόχων του διαχειριστή του δικτύου ΗΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, χαρακτηρίζει τη βάση της σύγχρονης διαβίωσης και της οικονομίας. Το μέγιστο πρόβλημα που παρουσιάζεται στον τομέα "ηλεκτρική ενέργεια" είναι η αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων της, που καθίσταται δύσκολη και αντικοινωνική. Η βελτίωση στην αποδοτικότητα, στην αξιοπιστία και την ευελιξία του δικτύου προέρχεται από την ενεργειακή αποθήκευση στα ηλεκτρικά συστήματα, δεδομένου ότι επιτρέπει την αυξημένη χρησιμοποίηση του συστήματος. Σε μη διασυνδεδεμένα συστήματα που η ενέργεια παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, η ύπαρξη συστήματος αποθήκευσης είναι απαραίτητη. Παρ' όλα αυτά η ενεργειακή αποθήκευση θα είναι αναπόφευκτη στο μέλλον και στα διασυνδεδεμένα συστήματα, που δεν θεωρείται σημαντική. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, η αποθήκευση της ενέργειας σε συνδυασμό με την ορθολογική διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών αποτελούν τη βέλτιστη λύση.

Η αποθηκευμένη ενέργεια που παράγεται στο σύστημα παράγωγης διατηρείται και η μονάδα αποθήκευσης της ενέργειας σε ένα σύστημα παράγωγης ενέργειας την αποδίδει όταν είναι απαραίτητο.

Πολύ σημαντική τεχνολογία για καταναμημένες εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής είναι η τεχνολογία των μπαταριών. Η χαμηλή πυκνότητα ισχύος, η μικρή ειδική ενέργεια αποθήκευσης το κόστος είναι απαγορευτικό για αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων αλλά και η περιορισμένη διάρκεια ζωής είναι μερικά από τα μερικά μειονεκτήματα της μπαταρίας. Εντούτοις, από πολύ παλιά και μέχρι σήμερα οι μπαταρίες έχουν εκτενής εφαρμογή στα οχήματα και σε μικρές ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες για αδιάλειπτη παροχή ενέργειας ή σε εφεδρικά συστήματα. Η χρησιμότητα στην καθημερινότητα μας από την τεχνολογία των μπαταριών είναι πολύ σημαντική. Οι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αερίων ρύπων και η προσπάθεια μας από την απεξάρτηση από τους ορυκτούς πόρους, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, προωθείται η μαζική παραγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων. Η συνεισφορά του στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η μείωση της ηχορύπανσης, η περισσότερο

αξιοπιστία κόστος της λειτουργίας του είναι πολύ μικρότερο από αυτό των συμβατικών οχημάτων είναι λίγα από τα πλεονεκτήματα των χρήσεων των μπαταριών. Επίσης, η νέα οικιακή μπαταρία της Tesla είναι μια άλλη νέα μέθοδος αποθήκευσης και εκμετάλλευσης της ενέργειας.

Τέλος, οι έξυπνες τεχνολογίες επικοινωνιών, αυτοματοποιημένου έλεγχου και αυτοματοποιημένες συσκευές μέτρησης είναι αυτά που χαρακτηρίζουν ένα Έξυπνο Δίκτυο. Το Έξυπνο Δίκτυο απαρτίζεται από τα σημαντικότερα τμήματα της υποδομής του όπως τα συστήματα παρακολούθησης και διατήρησης ιστορικού, το μοντέλο Smart Grid και τους ευφυείς μετρητές που μετρούν την καταναλωμένη ηλεκτρική ενέργεια και τα βασικά μεγέθη της.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η τεχνολογία αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες θα έπρεπε να εισχωρήσουν για τα καλά στις ζωές των ανθρώπων αφού συνεισφέρουν τόσο στην οικολογία, όσο και στην οικονομία αλλά και στην αδιάλειπτη παροχή ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]NIST, «NISTIR 7628 Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol.1, Smart Grid Cyber Security Strategy, Architecture and High-Level Requirements,» 2010.
- [2]P. Jelly-Detwiler, «Electricity Theft: A Bigger Issue Than You Think,» Forbes, 23 4 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.forbes.com/sites/peterdetwiler/2013/04/23/electricity-theft-a-bigger-issue-than-you-think/>. [Πρόσβαση 20 1 2014].
- [3]Ιωάννης Ψαρράς, Κωνσταντίνος Δ. Πατλιτζιάνας, Σημειώσεις Διαχείρισης Ενέργειας και Περιβαλλοντικής Πολιτικής, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2006
- [4]Naish C., McCubbin I., Edberg O., Harfoot M., “Outlook of Energy Storage Technologies”, 2008
- [5]Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen, “Thermal energy Storage – Systems and Applications”, Wiley Editions
- [6]Κ.Α.Π.Ε, «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα»
- [7]Ζερβός Α., «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Ε.Μ.Π., 2007
- [8]Σαγάνη Α., «Η Ανάγκη Αποθήκευσης Ενέργειας – Μέθοδοι Αποθήκευσης και Εφαρμογές», Διπλωματική Εργασία, 2009
- [9]Τσικαλάκης Α., «Συμβολή στον προγραμματισμό λειτουργίας Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας με μεγάλη Διείσδυση διεσπαρμένης παραγωγής και συσκευών αποθήκευσης», Διδακτορική Διατριβή, Ιούλιος 2008
- [10]Anagnostopoulos I., Papantonis D., «Pumping station design for a pumped- storage wind-hydro power plant», 2007
- [11]Βικιπαίδεια εγκυκλοπαιδικό εγχείρημα:<http://www.wikipedia.org>
- [12] Τάσσιου Ι., «Ο ρόλος των αποθηκευτικών διατάξεων σε συστήματα με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»
- [13]Ευάγγελος Ρίκος, «Μέθοδοι Εξοικονόμησης Ενέργειας σε ηλεκτροκίνητα οχήματα», Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο

- Πατρών, Τμήμα ηλεκτρολόγων μηχανικών και τεχνολογίας υπολογιστών, Πάτρα, 2005
- [14] Δόντσιος Αντώνιος, «Φορτιστές μπαταριών σε ηλεκτροκίνητα οχήματα», Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2009
- [15] B. D. McNicol, D. A. J. Rand, “Power Sources for Electric Vehicles”, Studies in Electrical and Electronic Engineering, Elsevier Science Publishing Company, New York, 1981.
- [16] William S. Burdic “UNDERWATER ACOUSTIC SYSTEM ANALYSIS”, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
- [17] Oscar Bryan Wilson “Introduction to Theory and Design of Sonar Transducers”, Peninsula Publishing, Los Altos, California 1988.
- [18] Frederick V. Hunt, “Electro acoustic, The Analysis of Transduction and its Historical Background”, Acoustical Society of America, 1982.
- [19] Efthimiou V., Hadjipaschalis. , Poullikkas A., “Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications”, 2008
- [20] Ηλεκτρικές Μηχανές AC-DC “Εκδόσεις Τζιόλα STEPHEN J. CHAPMAN ,3η Έκδοση
- [21] Εργαστηριακές Ασκήσεις Ηλεκτρικών Μηχανών με συνοπτική θεωρία “ Εκδόσεις Τζιόλα Πέτρος Γ. Βερνάρδος, Ηρακλής Αθ. Βυλλιώτης, Παντελής Β. Μαλατέστας”
- [22] Ηλεκτρική Κίνηση “Εκδόσεις Τζιόλα 3η Έκδοση Παντελής Μαλατέστας”
- [23] Προοπτικές της Παγκόσμιας Ενεργειακής Τεχνολογίας έως το 2050 (WETO-H2) “EUROPEAN COMMISSION ”

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητή κ. Τσουκαλά Ελευθέριο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης ευχαριστώ τους φίλους μου για την ηθική υποστήριξη. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.